

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка»

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Л51	Доценко Максим Сергеевич		22.05.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.-м.н		22.05.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
				22.05.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		22.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоевко Елена Владимировна	к.т.н.		22.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Результаты обучение

Код результата	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства

P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

(Φ.Π.Ο.)

ЗАДАНИЕ

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Доценко Максим Сергеевич

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «Втулка» 1000 шт.</p>
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Определение типа производства, составление маршрута технологических операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Технический и конструкторский	Алфёрова Екатерина Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Криницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Белоевко Елена Владимировна
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат (abstract)</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.-м.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Доценко Максим Сергеевич		16.12.2019

Оглавление	
Реферат	8
Введение.....	10
1 Технологическая часть	11
1.1 Исходные данные.....	11
1.3 Определение типа производства	12
1.4 Выбор заготовки.....	15
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулки	16
1.6 Размерный анализ. Построение размерной схемы и граф технологических цепей.....	22
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических	24
размеров	24
1.7.1 Допуски на конструкторские размеры	24
1.7.2 Допуски на технологические размеры	25
1.7.3 Расчет минимальных припусков	27
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	40
1.9 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	43
1.10 Расчет норм времени	56
2. Конструкторская часть	59
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания	59
на проектирование станочного приспособления.....	59
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка.....	60
2.3 Определение необходимой силы зажима	61
2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.	62
2.5 Расчёт приспособления на точность	64
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	68
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	68
3.2 Потенциальные потребители результатов исследования	68
3.3 Анализ конкурентных технических решений.....	69
3.4 SWOT-анализ.....	70

3.5 Планирование научно-исследовательских работ	73
3.6 Определение трудоёмкости выполнения работ	75
3.7 Разработка графика проведения научного исследования.....	79
3.8 Бюджет технологического процесса (ТП).....	81
3.8.1 Расчет материальных затрат	81
3.8.2. Основная заработная плата исполнителей темы	83
3.8.3 Месячный должностной оклад работника:	84
3.8.4 Расчет дополнительной заработной платы	85
3.8.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	86
3.8.6 Накладные расходы	86
3.8.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	87
3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	88
4.Раздел «Социальная ответственность»	92
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
4.2 Производственная безопасность	93
4.3. Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	95
4.4 Экологическая безопасность.....	98
Заключение	101
Список использованных источников	102

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 частей, изложенных на 102 страницах, на которых размещены 9 рисунков и 32 таблиц, 16 использованных источников-литературы:

Ключевые слова: *ВТУЛКА, СТАНОК, ДОПУСК, ПРИПУСК, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.*

Объектом исследования является деталь «Втулка» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: разработать технологический процесс изготовления детали «Втулка». Сконструировать приспособление для сверлильной операции.

В результате выполнения работы разработан технологический процесс изготовления втулки на станках и спроектировано приспособление для сверлильной операции. Так же произведен расчёт ресурсоэффективности данного проекта. Выявлены опасные и вредные факторы на рабочем месте разработаны меры по снижению этих факторов на человека.

Область применения: машиностроение.

Abstract

The final qualifying work consists of 4 parts, set out on 102 pages, which contain 9 figures and 32 tables, 16 literature sources used.

Keywords: BUSHING, MACHINE, TOLERANCE, ALLOWANCE, DIMENSIONAL ANALYSIS, TECHNOLOGICAL PROCESS.

The object of research is the detail "Bushing" and the technological process of its manufacture.

The purpose of the work: to develop a technological process for manufacturing the "Bushing" part. Design a device for drilling operations.

As a result of the work, the technological process of manufacturing the bushing on machines was developed and a device for drilling operations was designed. The resource efficiency of this project is also calculated. Dangerous and harmful factors in the workplace have been identified and measures have been developed to reduce these factors per person.

Field of application: mechanical engineering.

Введение

Цель данной выпускной квалификационной работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка».

Предметами исследования выпускной квалификационной работы являются: выбор заготовки для производства детали, определение размеров и припусков, выбор основного оборудования, технологической оснастки, режущего и мерительного инструмента, расчет режимов резания и норм времени на обработку детали.

В работе наиболее важным считаю рациональный маршрут обработки детали, подбор оборудования для изготовления. Особенно токарное оборудование с практической полной автоматизацией обработки изделия.

В данном технологическом процессе токарная обработка детали производится за одну установку, что обеспечивает постоянство баз. За счёт этого обеспечивается необходимая точность изготовления, сокращается времени на переустановку и выверку детали на станке, уменьшается количества брака.

В результате выпускной квалификационной работы был разработан ресурсоэффективный и экономически выгодный технологический процесс изготовления детали.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - «Втулка» представляет собой тело вращения с наибольшими габаритными размерами: диаметром Ø98 мм и длиной 63 мм.

Основными требованиями к детали являются:

- Наружная ступенчатая канавка с диаметрами Ø93мм и Ø75h9 мм.
- Центральное отверстие с резьбой М42х2-7Н
- Отверстие с резьбой М8-6Н перпендикулярное оси детали.
- Требования по шероховатости невысокие.
- Требования к термообработке отсутствуют.

Вместе с тем, присутствует внутренняя канавка Ø48 мм, которая усложняет обработку детали за одну установку

Деталь изготавливается из материала 40Х Сталь конструкционная легированная ГОСТ 4543-71, которая не представляет сложности для обработки резанием. Чертёж детали «Втулка» содержит все необходимые виды и размеры. Размеры и требования чертежа охватывают все поверхности. Указаны необходимые допуски на изготовление. Обеспечен доступ режущего инструмента ко всем поверхностям, для обработки детали.

Из проведённого анализа следует, что деталь является технологичной.

1.3 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_d}{t_{cp}}, \quad (1)$$

где t_d – такт выпуска деталей;

t_{cp} – среднее штучное время операций.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_d = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

$$t_d = \frac{60 * 1984}{1000} = 119,04$$

где N–годовой объем выпуска деталей,

$t_{шт.}$ (шт-к)–штучное или штучно-калькуляционное время, мин;

F_d –действительный годовой фонд времени (1984 ч. при 8-часовой смене в 2020 году)

Среднее штучное время рассчитывается по формуле:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш.к i}}{n}, \quad (3)$$

где t_{cp} –штучное время i -ой основной операции

n –число основных операций в технологическом процессе.

При подсчете среднего штучного времени следует исключить, например, операции термообработки, промывки детали, удаление заусенцев, маркирования, а брать только основные операции.

Штучное время операций определяется по формуле:

$$t_{ш.к} = \varphi_k \cdot T_o, \quad (4)$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка

T_o – основное технологическое время операции

В качестве основных операций выберем 7 операций ($n=7$)

Коэффициент φ_k будем брать из приложения [1, стр. 147] согласно которому:

Токарная $\varphi_k=2,14$ (5 операции)

Фрезерная $\varphi_k=1,84$ (1 операция)

Сверлильная $\varphi_k=1,75$ (1 операция)

Резьбонарезная $\varphi_k=1,72$ (1 операция)

Токарная 1

$$\begin{aligned}
T_{01} &= ((0,037 * D^2 - d^2) + (0.17 * D * l)) * 10^{-3} \\
&= ((0,037 * (100^2 - 25^2)) + (0.17 * 99 * 68)) * 10^{-3} \\
&= (361,823 + 1144,44) * 10^{-3} = 1,5 \text{мин}
\end{aligned}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.1}} * 1,5 = 2,14 * 1,5 = 3,21 \text{мин}$$

$$\begin{aligned}
T_{02} &= ((0,052 * D^2 - d^2) + (0.17 * D * l) * (0.17 * D * l) * (0.17 * D * l) \\
&\quad * (0.17 * D * l)) * 10^{-3} \\
&= ((0,052 * (100^2 - 25^2)) + (0.1 * 98 * 68) * (0.1 * 93 * 35) \\
&\quad * (0.1 * 75 * 22) * (0.1 * 72 * 14)) * 10^{-3} \\
&= (508,508 + 666,4 + 325,5 + 165 + 100,8) * 10^{-3} = 1.76 \text{мин}
\end{aligned}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.1}} * 1,76 = 2,14 * 1,76 = 3,76 \text{мин}$$

$$T_{03} = 0,18 * D * l * 10^{-3} = 0.18 * 42 * 68 * 10^{-3} = 0.51 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.1}} * 0,51 = 2,14 * 0,51 = 1,09 \text{мин}$$

$$T_{04} = 19 * D * l * 10^{-3} = 0.18 * 42 * 35 * 10^{-3} = 27.93 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.1}} * 27,93 = 2,14 * 27,93 = 59,77 \text{мин}$$

$$T_{05} = 0,19 * D^2 * 10^{-3} = 0.19 * 98 * 10^{-3} = 1.82 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.1}} * 1,82 = 2,14 * 1,82 = 3,9 \text{мин}$$

Фрезерная 2

$$T_{01} = 7 * l * 10^{-3} = 7 * 90 * 10^{-3} = 0,63 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.2}} * 0,63 = 1,84 * 0,63 = 1,16 \text{мин}$$

Сверлильная 3

$$T_{01} = 0,52 * d * l * 10^{-3} = 0.52 * 6.7 * 17 * 10^{-3} = 0,06 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.3}} * 0,06 = 1.75 * 0.06 = 0.105 \text{мин}$$

Резьбонарезная 4

$$T_{01} = 0,4 * d * l * 10^{-3} = 0.4 * 8 * 17 * 10^{-3} = 0,055 \text{мин}$$

$$t_{\text{ш.к.}} = \varphi_{\text{к.3}} * 0,06 = 1.72 * 0.055 = 0.094 \text{мин}$$

Среднее штучное калькуляционное время на все операции:

$$t_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{3.21 + 3.76 + 1.09 + 59.77 + 3.9 + 1.16 + 0.105 + 0.094}{8} = 9.13 \text{ мин}$$

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{119,04}{9,13} = 13,04$$

По ГОСТ 3.1121–84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций

- массовое производство $k_{3.0} = 1$
- крупносерийное $k_{3.0} = 2 - 10$
- среднесерийное $k_{3.0} = 10 - 20$
- мелкосерийное $k_{3.0} = 20 - 40$
- единичное $k_{3.0} > 40$

Тип производства среднесерийный.

1.4 Выбор заготовки

Изготовление заготовок – один из основных этапов машиностроительного производства, непосредственно влияющий на расход материалов, качество изделий, трудоёмкость их изготовления и себестоимость.

Тип производства среднесерийное, габаритные размеры и используемый материал-сталь 40Х делает целесообразным использование проката сортового горячекатаного круглого ГОСТ 2590-2006.

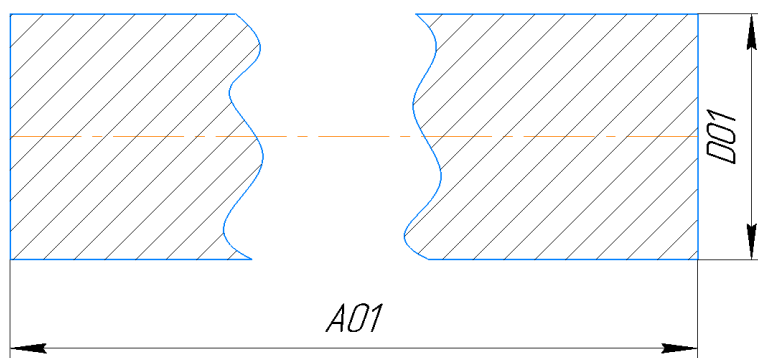


Рисунок 2 Эскиз заготовки

Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71 приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1 -Химический состав

С, углерод	Mn, марганец	Si, кремний	P, фосфор	S, сера	Cr, хром	Ni, никель	Cu, медь	As, мышьяк
0,36- 0,44	0,5-0,8	0,17- 0,37	не более 0,25	не более 0,04	не более 0,035	не более 0,25	не более 0,25	не более 0,08

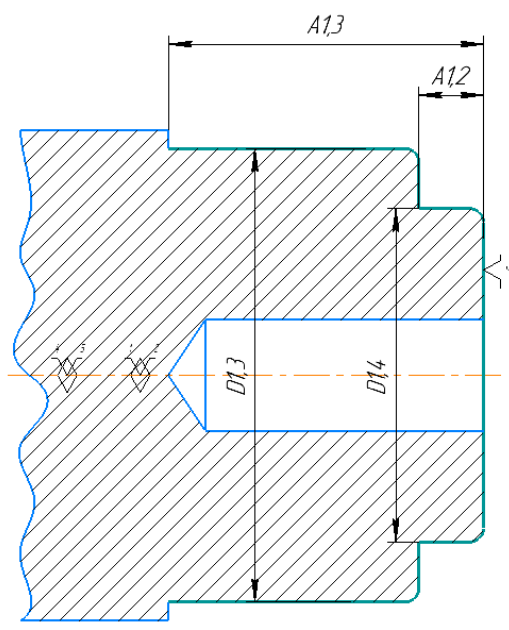
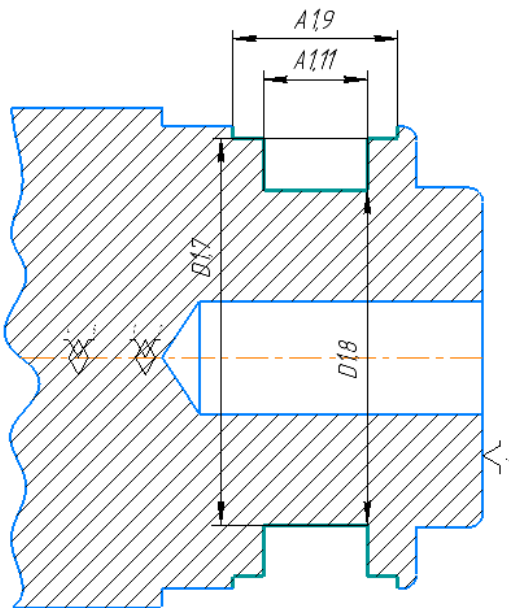
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулки

Маршрут технологии изготовления втулки представлен в таблице 1.2

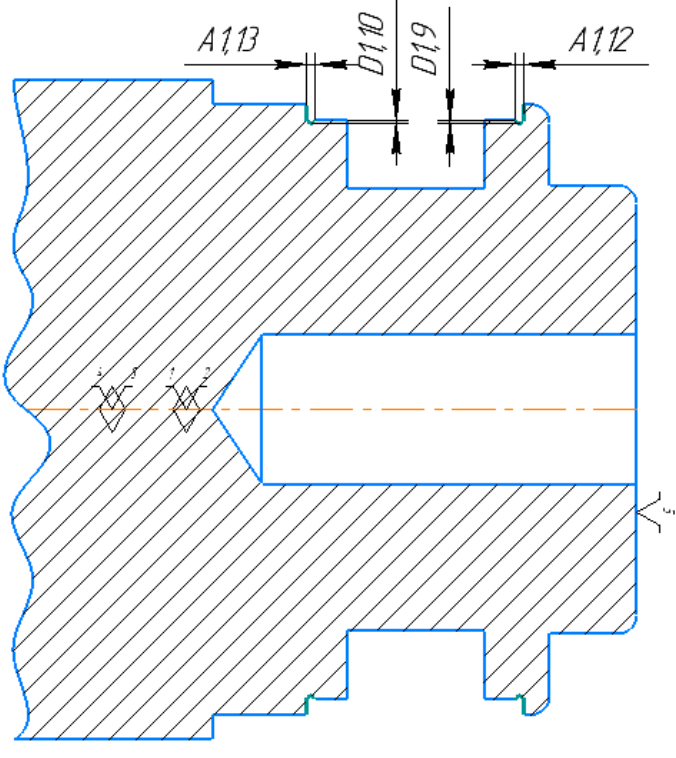
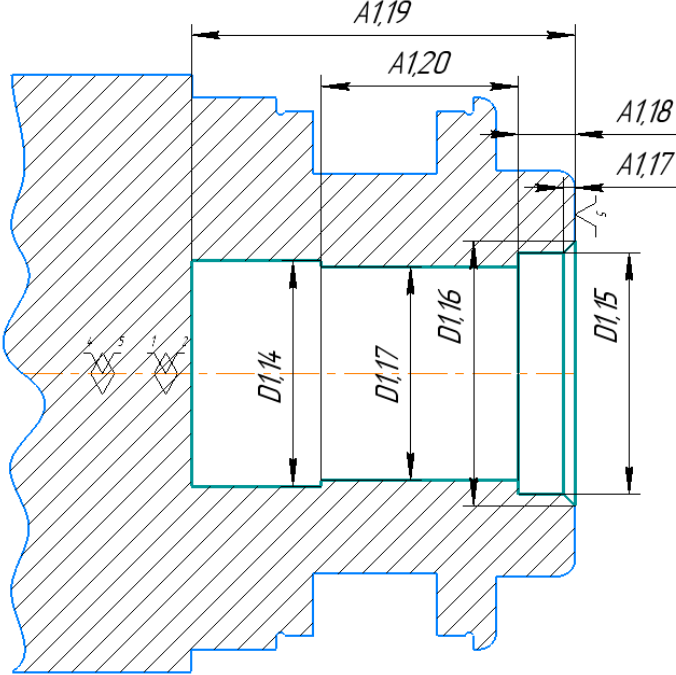
Таблица 1.2 – Маршрут технологии изготовления детали

Номер	Наименование и содержание операций и переходов		Операционный эскиз
	Операции	Переход	
1	1	<p>Токарная</p> <p>1. Установить пруток в барфидер</p> <p>2. Подать пруток в упор</p> <p>3. Подрезать торец как чисто</p>	
1	2	<p>1.Сверлить отверстие диаметром D02 на глубину A1.01</p>	

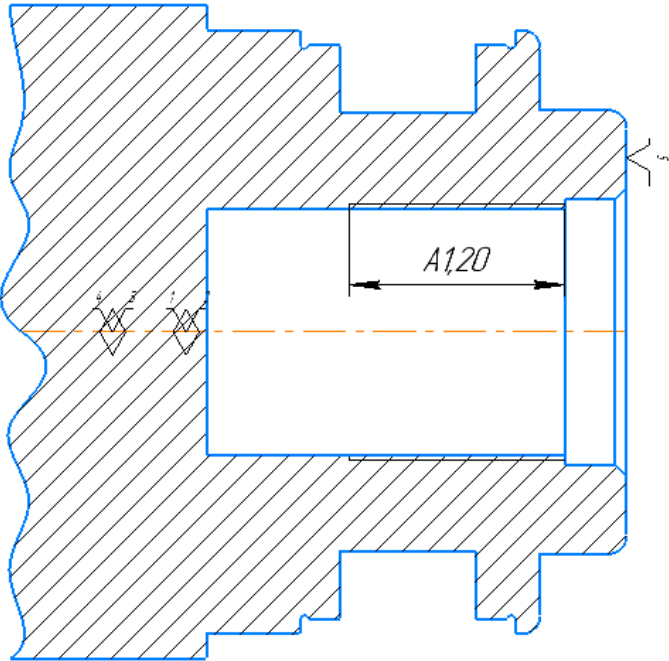
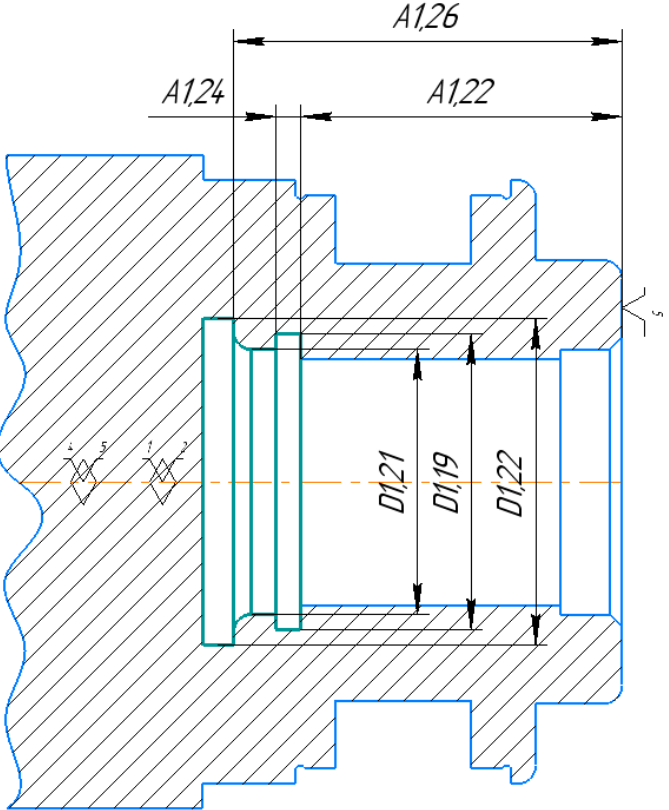
Продолжение таблицы 1.2

3	Точить поверхность выдерживая размер A1.3 и A1.2 и диаметры D1.3, D1.2	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a cross-section with a central horizontal axis (dashed line). The shaft has a central section with diameter D1.3 and a smaller section to its right with diameter D1.4. The total length of the central section is A1.3, and the length of the smaller section is A1.2. The shaft is shown with a hatched pattern on the left and a blue outline on the right. There are also some small dimension lines and symbols on the left side of the shaft.</p>
4	Точить поверхность выдерживая размер A1.9, A1.11 и диаметры D1.7 и D1.8	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a cross-section with a central horizontal axis (dashed line). The shaft has a central section with diameter D1.7 and a smaller section to its right with diameter D1.8. The total length of the central section is A1.9, and the length of the smaller section is A1.11. The shaft is shown with a hatched pattern on the left and a blue outline on the right. There are also some small dimension lines and symbols on the left side of the shaft.</p>

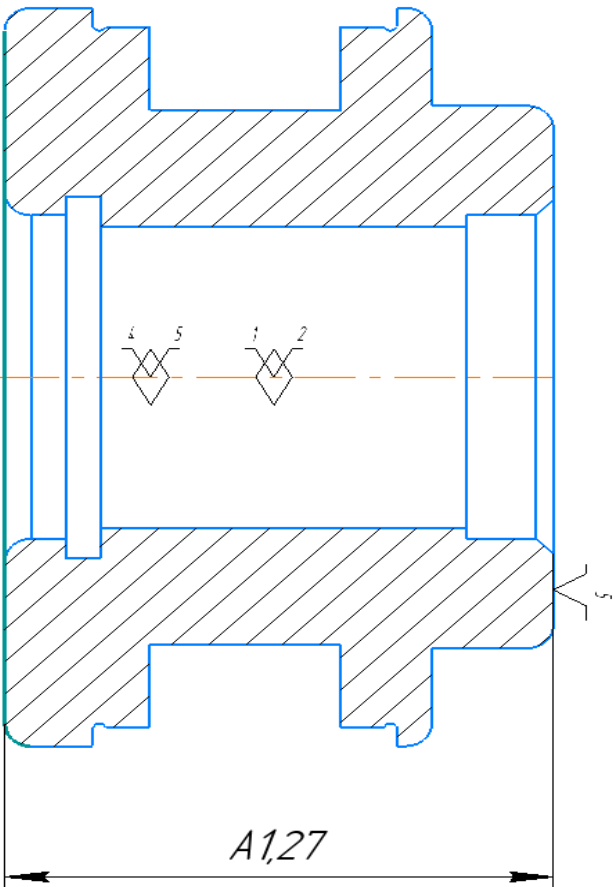
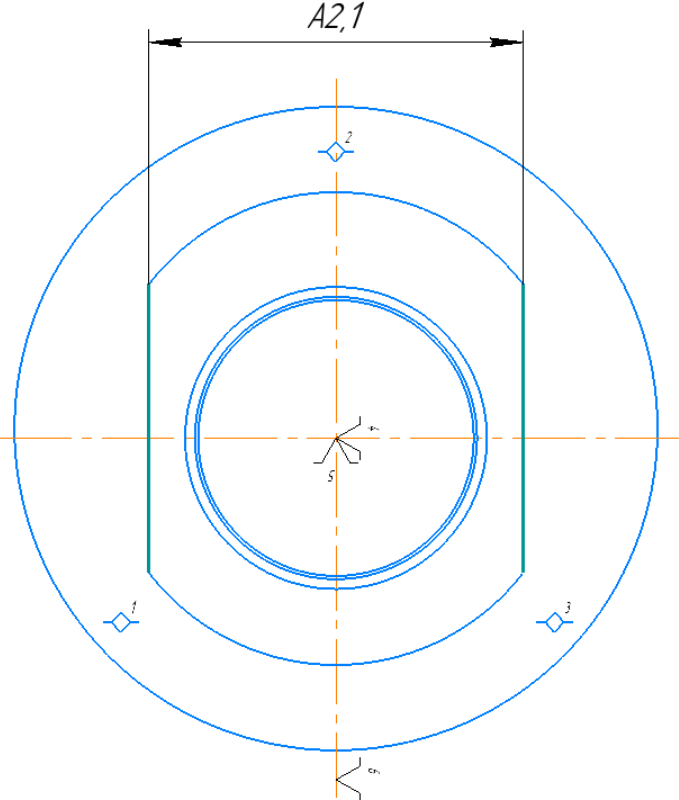
Продолжение таблицы 1.2

5	<p>Точить канавки выдержав размер A1.13, A1.12, D1.09, D1.10.</p>	
6	<p>Точить поверхность, выдержав размеры A1.17-A1.20, D1.14- D1.15</p>	

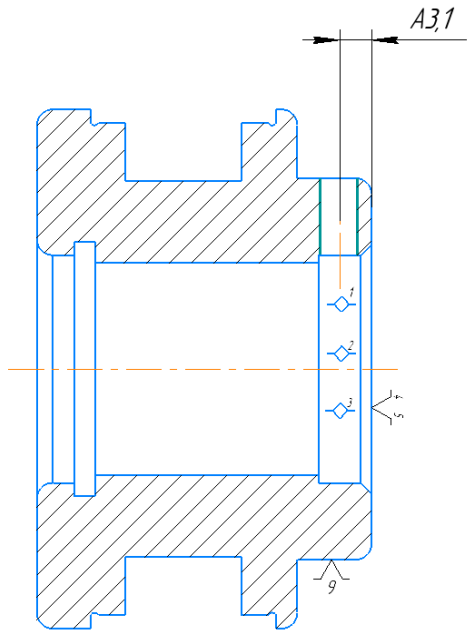
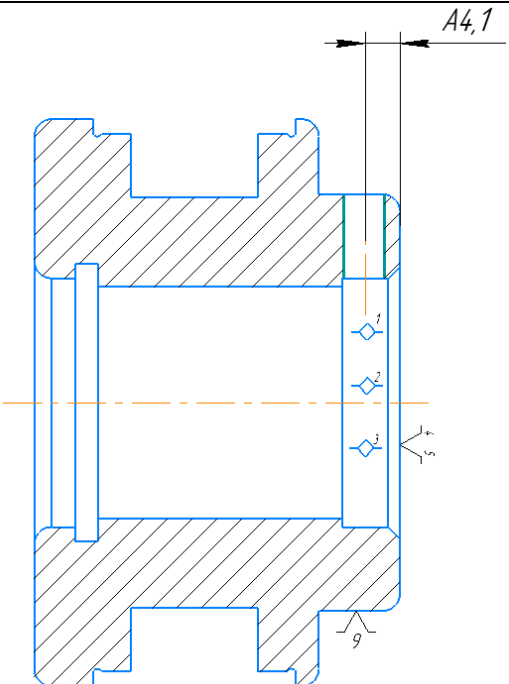
Продолжение таблицы 1.2

7	<p>Нарезать резьбу M42x2-7H выдерживая размер A1.20</p>	
8	<p>Точить поверхность выдерживая размеры A1.22, A1.24, A1.26, D1.19, D1.21, D1.22</p>	

Продолжение таблицы 1.2

	9	Отрезать деталь выдерживая размер A1.27	
2	1	Фрезерная Фрезеровать поверхность в размер A2.1	

Продолжение таблицы 1.2

3	1	Сверлильная Сверлить отверстие под резьбу М8-Н6 в размер А3.1	
4	1	Сверлильная Нарезать резьбу М8-Н7 выдерживая размер А4.1	
5	1	Слесарная Острые кромки притупить.	

1.6 Размерный анализ. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия.

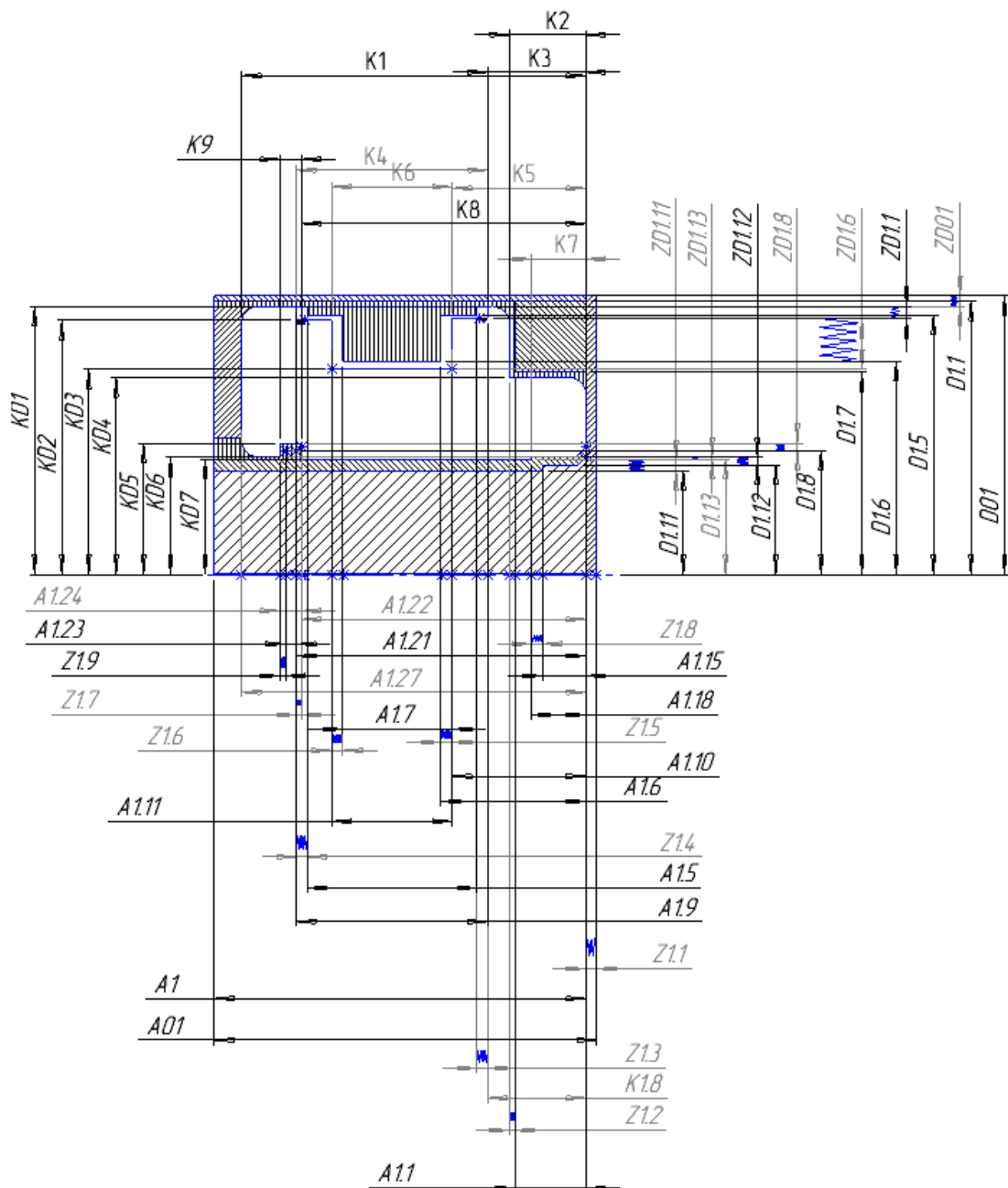


Рисунок 3 Размерная схема технологического процесса

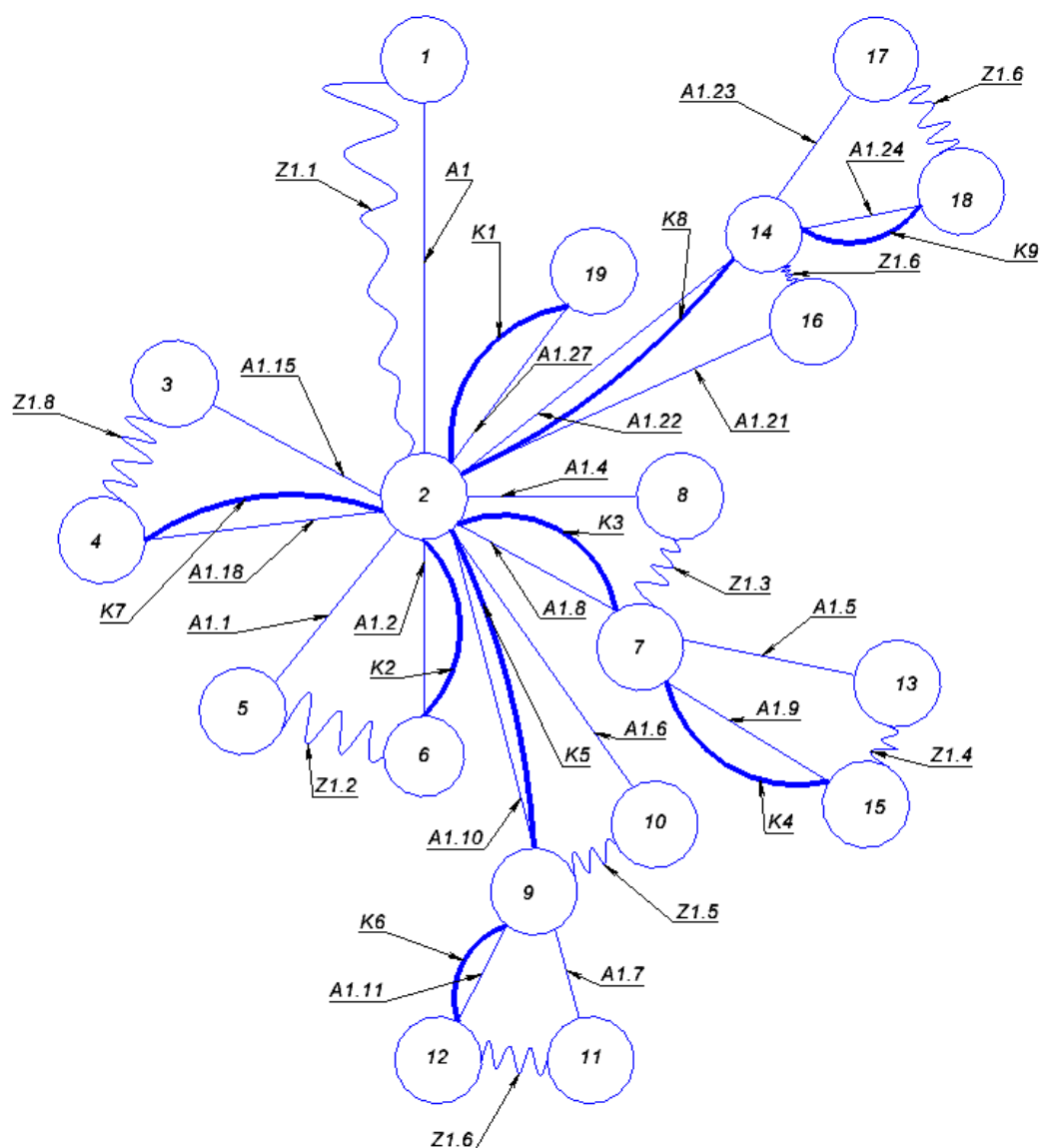


Рисунок 4 Граф технологических размерных цепей

В рассматриваемом примере число поверхностей: П-19,

Число технологических размеров: А – 18,

Число конструкторских размеров: К – 9,

Число припусков: Z – 9.

Проверка

$$П=A+1=18+1=19$$

$$A=K+Z=18$$

Следовательно, размерная схема построена правильно.

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

1.7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$KD1=98\pm0.2=0.4$$

$$KD2=93_{-0.87}=0.87$$

$$KD3=75_{-0.074}=0.074$$

$$KD4=72_{-0.74}=0.74$$

$$KD5=48^{0.62}=0.62$$

$$KD6=43_{-0.062}=0.4$$

$$KD7=48^{0.62}=0.62$$

$$KD8=48^{0.62}=0.62$$

$$K1=63\pm0.3=0.6$$

$$K2=14\pm0.175=0.35$$

$$K3=18\pm0.21=0.42$$

$$K4=63\pm0.21=0.42$$

$$K5=24.5\pm0.21=0.42$$

$$K6=22\pm0.21=0.42$$

$$K7=10\pm0.175=0.35$$

$$K8=5\pm0.12=0.24$$

$$K9=10\pm0.175=0.35$$

$$K10=52\pm0.3=0.6$$

$$K11=4\pm0.12=0.24$$

1.7.2 Допуски на технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры находим по формуле

$$TA_i = \omega_i + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

ρ_{ui-1} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм;

$$TA_1 = 120 + 120 + 45 = 0.285 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = \omega_i + \rho = 0.2 + 0.06 = 0.26 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.6} = \omega_i + \rho = 0.2 + 0.09 = 0.29 \text{ мм}$$

$$TA_{1.7} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.8} = \omega_i + \rho = 0.12 + 0.008 = 0.128 \text{ мм}$$

$$TA_{1.9} = \omega_i + \rho = 0.12 + 0.015 = 0.135 \text{ мм}$$

$$TA_{1.10} = \omega_i + \rho = 0.12 + 0.01 = 0.13 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11} = \omega_i + \rho = 0.12 + 0.02 = 0.14 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12} = \omega_i = 0.05 \text{ мм}$$

$$TA_{1.13} = \omega_i = 0.05 \text{ мм}$$

$$TA_{1.14} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.15} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.16} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.17} = \omega_i = 0.03 \text{ мм}$$

$$TA_{1.18} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.19} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.20} = \omega_i = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.21} = \omega_i = 0.2 \text{ мм}$$

$$TA_{1,22}=\omega_i =0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,23}=\omega_i =0.2\text{мм}$$

$$TA_{1,24}=\omega_i =0.12\text{мм}$$

$$TA_{1,27}=\omega_i =0.12\text{мм}$$

Допуски на диаметральные размеры

$$TD_i = \omega_{ci} \quad (6)$$

Где ω_{ci} – статическая погрешность, мм.

$$TD_{1,1}=0.22$$

$$TD_{1,2}=0.19$$

$$TD_{1,3}=0.12$$

$$TD_{1,4}=0.14$$

$$TD_{1,5}=0.22$$

$$TD_{1,6}=0.19$$

$$TD_{1,7}=0.14$$

$$TD_{1,8}=0.12$$

$$TD_{1,11}=0.16$$

$$TD_{1,12}=0.16$$

$$TD_{1,13}=0.16$$

$$TD_{1,14}=0.1$$

$$TD_{1,15}=0.1$$

$$TD_{1,16}=0.1$$

$$TD_{1,17}=0.16$$

$$TD_{1,18}=0.16$$

$$TD_{1,19}=0.12$$

$$TD_{1,20}=0.16$$

$$TD_{1,21}=0.12$$

$$TD_{1,22}=0.16$$

1.7.3 Расчет минимальных припусков

Существует только два метода расчёта минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При использовании нормативном методе значения Z_{imin} находят по имеющимся таблицам, которые составлены путем объединения и систематизации производственных данных.

При использовании расчетно-аналитическом методе Z_{imin} находят путем сложения отдельных составляющих, что позволяет в полном объёме учесть конкретные условия обработки. Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой;

$$Z_{min}^D = 2 * (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2}) \quad (7)$$

Где : $p_{i-1}^2 = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2}$

$$\varepsilon_{i-1}^2 = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_s^2}$$

Расчет максимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + \delta_{п} - \delta_{в} \quad (8)$$

Расчёт припусков для Ø98мм приведён в таблице 1.3

Таблица 1.3

Технологическая операция и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_{Z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i			Min	Max	Max	Min
Наружный диаметр	98±0,2									
Заготовка	150	150	35	420		1070	99,403	100,473		
Точение Черновое	120	80	1,75	21	1382	740	98,021	98,761	1712	1382
Чистовое	20	30	0	0	221	400	97,8	98,2	561	221

$$\rho_{i-1}^2 = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2} \Rightarrow \rho_{i-1}^2 = \rho_{\phi}^2 \quad (9)$$

$$\rho_{\phi}^2 = \Delta_k * l = 0.5 * 70 = 35 \text{ мкм}$$

$\rho_p = 0$ так как обрабатываемая поверхность является технологической базой

$$Z_{\min 2.1}^D = 2 * \left(150 + 150 + \sqrt{35^2 + 420^2} \right) = 1382 \text{ мкм} = 1,382 \text{ мм}$$

$$Z_{\min 2.2}^D = 2 * \left(120 + 80 + \sqrt{1,75^2 + 21^2} \right) = 221 \text{ мкм} = 0,221 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 98 - 0.2 = 97.8$$

$$D_{\min 1} = 97.8 + 0.221 = 98.021$$

$$D_{\min 0} = 98.021 + 1.382 = 99.403$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + \delta_{\pi} - \delta_{\text{в}}$$

$$2Z_{\max 1} = 221 + 540 - 200 = 561 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 1382 + 870 - 540 = 1712 \text{ мкм}$$

$$D_{\max 2} = 98 + 0.2 = 98.2$$

$$D_{\max 1} = 98.2 + 0.561 = 98.761$$

$$D_{\max 0} = 98.761 + 1.712 = 100.473$$

Расчёт припусков для Ø93мм приведён в таблице 1.4

Таблица 1.4

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значение припусков, мкм	
	$R_{Z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i			Max	Min	Max	Min
Наружный диаметр Ø93 мм										
0.Черновое	80	120	0	0		1501	93,801	92,75		
1.получистовое	50	60	0	0	400	901	93,251	92.35	550	400
2.чистовое	25	30	0	0	220	870	93	92.130	251	220

$$Z_{\min}^D = 2 * (80 + 120) = 400 \text{ мкм}$$

$$Z_{\min 2.3}^D = 2 * (50 + 60) = 70 \text{ мкм}$$

$$D_{\min 2} = 93 - 0.87 = 92.130 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 92,13 + 0.22 = 92,35 \text{ мм}$$

$$D_{\min 0} = 92,2 + 0,4 = 92,3 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 220 + 901 - 870 = 251 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 50 + 1061 - 901 = 560 \text{ мкм}$$

$$D_{\max 2} = 93 - 0 = 93 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 93 + 0.251 = 93.251 \text{ мм}$$

$$D_{\max 0} = 93.261 + 0,56 = 93,801 \text{ мм}$$

Расчёт допусков для Ø75h9мм приведён в таблице 1.5

Таблица 1.5

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значение припусков, мкм	
	$R_{Z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i			Max	Min	Max	Min
Наружный диаметр $\varnothing 75h9-0.074$ мм										
0.предыдущие точение	100	80	0	0			75,411	75.586		
1.Черновое	80	50	0	0	360	190	75.136	75.226	360	305
2.получистовое	15	20	0	0	260	140	75,136	74.996	225	190
3.чистовое	6	10	0	0	70	74	75	74.926	136	70

$$Z_{\min}^D = 2 * (100 + 80) = 100 \text{ мкм}$$

$$Z_{\min}^D = 2 * (80 + 50) = 260 \text{ мкм}$$

$$Z_{\min 2.4}^D = 2 * (15 + 20) = 70 \text{ мкм}$$

$$D_{\min 3} = 75 - 0.074 = 74.926 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 74,926 + 0.07 = 74.966 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 74,966 + 0.26 = 75.226 \text{ мм}$$

$$D_{\min 0} = 75.226 + 0,36 = 75,586 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 70 + 140 - 74 = 136 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 1} = 260 + 190 - 140 = 310 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 100 + 190 = 290 \text{ мкм}$$

$$D_{\max 2} = 75 + 0 = 75 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 75 + 0.136 = 75.136 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 75.136 + 1000 = 76.136 \text{ мм}$$

$$D_{\max 0} = 76.136 + 0,26 = 75,411 \text{ мм}$$

Расчёт допусков для Ø72мм приведён в таблице 1.6

Таблица 1.6

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значение припусков, мкм	
	$R_{z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ϵ_i			Max	Min	Max	Min
0.предыдущие точение	150	100	0	0		1210	73.230	72.02		
Точение 1.получистовое	80	50	0	0	500	710	72,230	71,52	1000	500
2.чистовое	25	30	0	0	260	740	72	71,26	230	230

$$Z_{\min}^D = 2 * (150 + 100) = 500 \text{ мкм}$$

$$Z_{\min 2.5}^D = 2 * (80 + 50) = 260 \text{ мкм}$$

$$D_{\min 2} = 72 - 0.74 = 71.26 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 71.26 + 0.26 = 71.52 \text{ мм}$$

$$D_{\min 0} = 71.52 + 0,5 = 72,02 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 500 + 1210 - 710 = 1000 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 260 + 1210 - 710 = 230 \text{ мкм}$$

$$D_{\max 2} = 72 - 0 = 72 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 72 + 0.23 = 72.23 \text{ мм}$$

$$D_{\max 0} = 72.230 + 1000 = 72.490 \text{ мм}$$

Расчёт припусков для Ø43Н9мм приведён в таблице 1.7

Таблица 1.7

Технологическ ие операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значение припусков, мкм	
	$R_{Z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i			Max	Min	Max	Min
Наружный диаметр $\varnothing 43H9$ мм										
0.Заготовка	150	150	35	420		746	40.087	40.833		
1.Черновое	120	130	1,75	21	1443	126	42.15	42.276	694	544
Точение 2.получистовое	40	50	0	0	544	100	42.844	42.82	218	180
3.чистовое	20	25	0	0	180	62	43.062	43	62	0

$$Z_{\min}^D = 2 * \left(150 + 150 + \sqrt{35^2 + 420^2} \right) = 1443 \text{ мкм} = 1,443 \text{ мм}$$

$$Z_{\min}^D = 2 * \left(120 + 130 + \sqrt{1,75^2 + 21^2} \right) = 544 \text{ мкм} = 0,544 \text{ мм}$$

$$Z_{\min}^D = 2 * (40 + 50) = 180 \text{ мкм} = 0,18 \text{ мм}$$

$$D_{\min 3} = 43 + 0 = 43 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 43 - 0.18 = 42.82 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 42.82 - 0,544 = 42.276 \text{ мм}$$

$$D_{\min 0} = 42.276 - 1.443 = 40.833 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3} = 180 + 100 - 62 = 218 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 544 + 250 - 100 = 694 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 1} = 1443 + 870 - 250 = 2063 \text{ мкм}$$

$$D_{\max 3} = 43.062 - 0 = 43.062 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 43.062 - 0.218 = 42.844 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 42.844 - 0.694 = 42.15 \text{ мм}$$

$$D_{\max 0} = 42.15 - 2.063 = 40.087 \text{ мм}$$

Расчёт припусков на линейные размеры

Расчет минимальных значений для линейных припусков производим, пользуясь формулой;

$$Z_{\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (10)$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.1}$

$$\rho_{i-1} = 0.5 * 100 = 51 \text{ мкм}$$

$$Z_{1.1\min} = 150 + 150 + 51 = 351 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.2}$

$$Z_{1.2\min} = 25 + 30 + 15 = 70 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.3}$

$$Z_{1.3\min} = 25 + 30 + 25 = 80 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.4}$

$$Z_{1.4\min} = 20 + 30 + 40 = 90 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.5}$

$$Z_{1.5\min} = 25 + 30 + 15 = 70 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.6}$

$$Z_{1.6\min} = 25 + 30 + 15 = 70 \text{ мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.7}$

$$Z_{1.7\min} = 20 + 25 + 10 = 55\text{мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.8}$

$$Z_{1.2\min} = 15 + 20 + 10 = 70\text{мкм}$$

Рассчитываем припуск $Z_{1.9}$

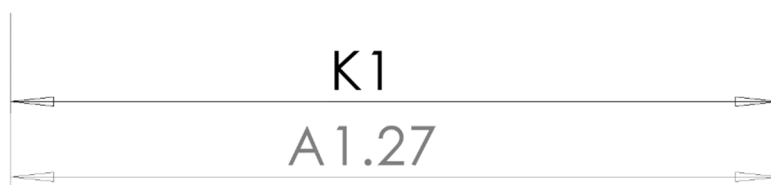
$$Z_{1.10\min} = 10 + 15 + 10 = 35\text{мкм}$$

1.7.2.2 Проверка обеспечения точности обработки

При расчёте методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера определяется по формуле

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (11)$$

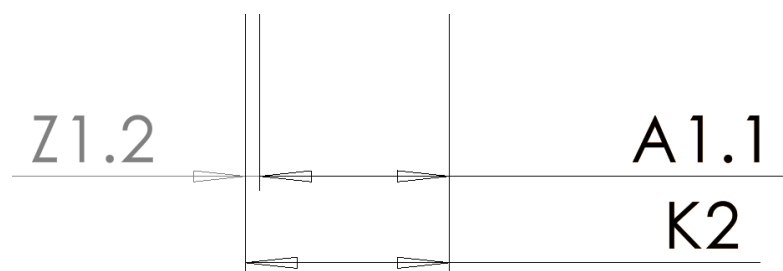
Размерная цепь для размера K1



$$TK_1 \geq TA_{1.27}$$

$0.6 \geq 0.12$, размер K1 выдерживается

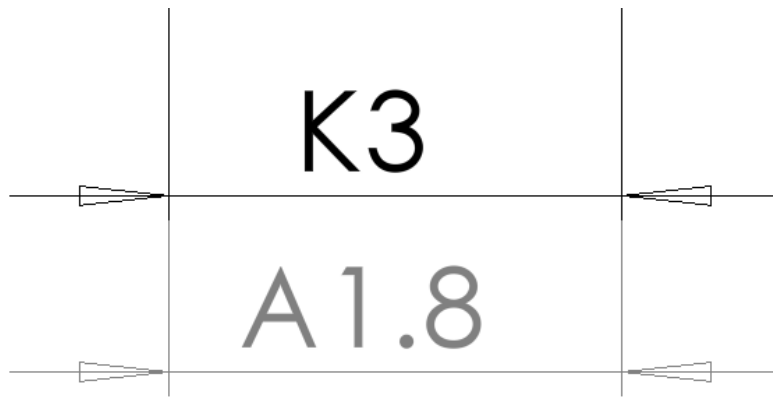
Размерная цепь для размера K2



$$TK_2 \geq TA_{1.1} + TA_{1.2}$$

$0.35 \geq 0.2 + 0.07$, размер K2 выдерживается

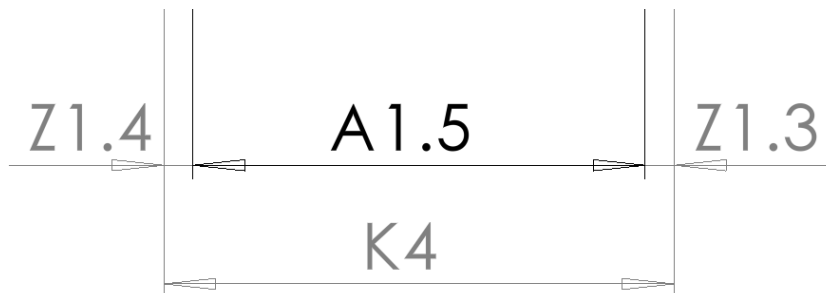
Размерная цепь для размера K3



$$TK_3 \geq TA_{1.8}$$

$0.42 \geq 0.128$, размер K3 выдерживается

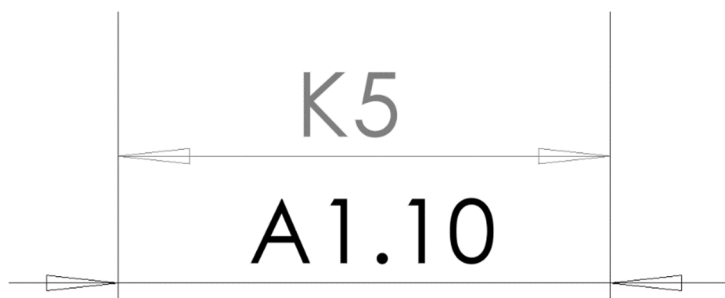
Размерная цепь для размера K4



$$TK_4 \geq TA_{1.5} + TA_{1.4} + TA_{1.3}$$

$0.42 \geq 0.370$, размер K4 выдерживается

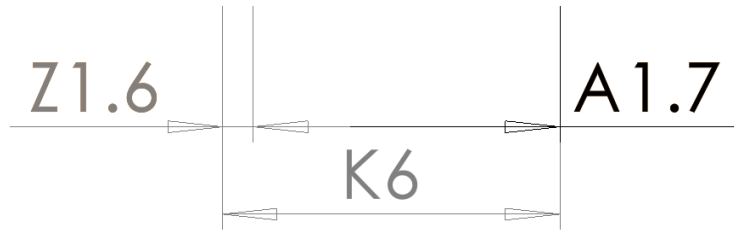
Размерная цепь для размера K5



$$TK_5 \geq TA_{1.10}$$

$0.42 \geq 0.130$, размер K5 выдерживается

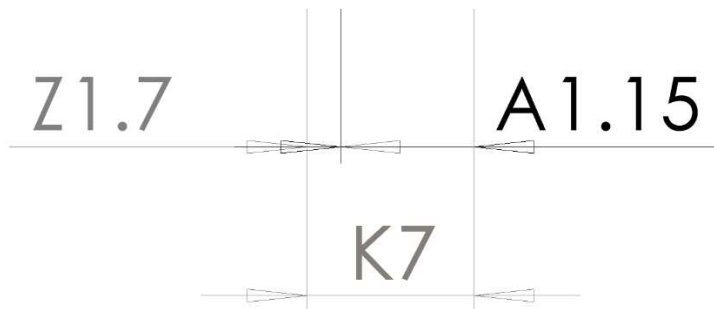
Размерная цепь для размера K6



$$TK_6 \geq TA_{1.7} + TA_{1.6}$$

$0.42 \geq 0.2 + 0.07$, размер K6 выдерживается

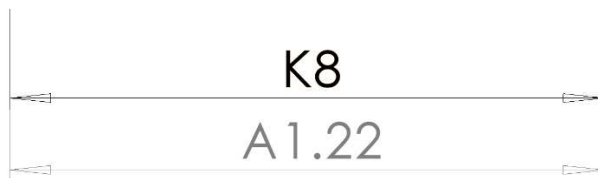
Размерная цепь для размера K7



$$TK_7 \geq TA_{1.7} + TA_{1.15}$$

$0.35 \geq 0.2 + 0.07$, размер K7 выдерживается

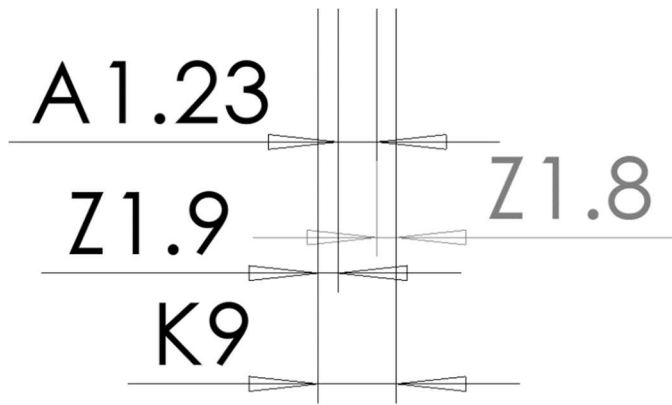
Размерная цепь для размера K8



$$TK_8 \geq TA_{1.22}$$

$0.24 \geq 0.12$, размер K8 выдерживается

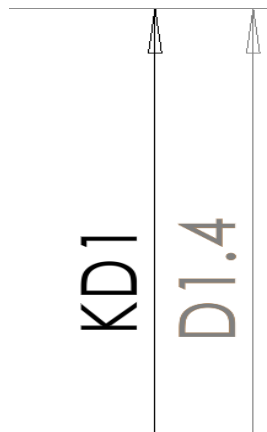
Размерная цепь для размера K9



$$TK_9 \geq TA_{1.23} + TA_{1.8} + TA_{1.9}$$

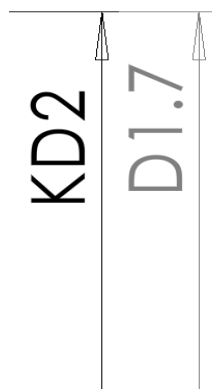
$0.35 \geq 0.2 + 0.07 + 0.035$, размер K9 выдерживается

Рассмотрим размерную цепь KD1



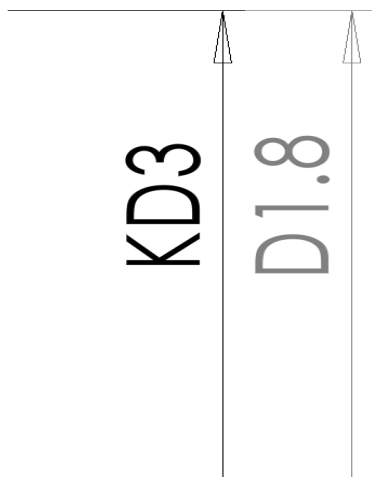
$$D_{1.4} = KD_1 = 98_{-0.14}$$

Рассмотрим размерную цепь KD2



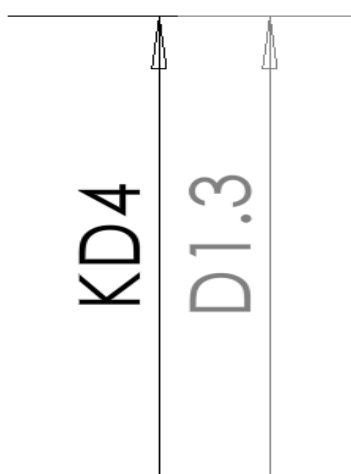
$$D_{1.3} = KD_2 = 93_{-0.1}$$

Рассмотрим размерную цепь KD3



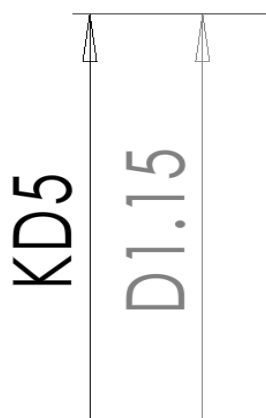
$$D_{1.8} = KD_3 = 75_{-0.074}$$

Рассмотрим размерную цепь KD4



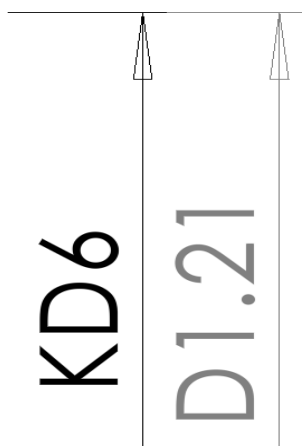
$$D_{1.3} = KD_4 = 72_{-0.12}$$

Рассмотрим размерную цепь KD5



$$D_{1.15} = KD_5 = 48^{0.1}$$

Рассмотрим размерную цепь KD6



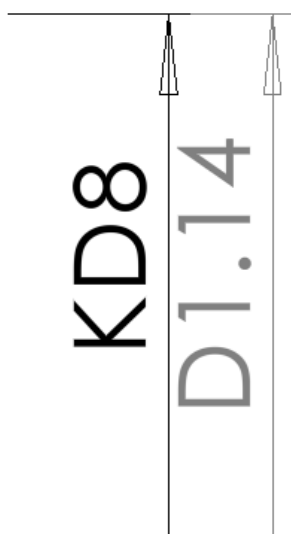
$$D_{1.21} = KD_6 = 43^{0.062}$$

Рассмотрим размерную цепь KD7



$$D_{1.20} = KD_7 = 43^{0.16}$$

Рассмотрим размерную цепь KD8



$$D_{1.14}=KD_5=42^{0.1}$$

1.8 Выбор средств технологического оснащения

В технологическом процессе присутствует

1. Токарная операция ЧПУ
2. Фрезерная операция
3. Вертикально-сверлильная операция
4. Резьба-нарезная операция

Для токарной операции используем станок EcoTurn 650



Рисунок 5 Станок EcoTurn 650

Таблица 1.8 - Характеристика станка EcoTurn 650

Наибольший диаметр устанавливаемой детали	860 мм
Диаметр обточки, максимальный	ø 600 мм
Быстрый ход (X)	415 мм
Продольное перемещение (Z)	1 150 мм
Прохождение прутка	ø 102 / ø 110 мм
Диаметр в передней опоре	160 мм

Продолжение таблицы 1.8

Мощность привода (40/100% цикла нагрузки)	48 / 41 кВт
Момент	1700 Нм
Количество инструментальных станций	12 шт.
Масса	9 600 кг

Таблица 1.9 - Характеристика барфидера Servo Motor BK105L

Модель	BK105,BK105L
Длина заготовки	1100mm, 1600mm.
Вес	600KG, 700KG
Диаметр заготовки	8mm-105mm
Вместимость заготовок	105mm / 5 шт
Рабочее напряжение	220Вт

Для фрезерной операции используем Knuth 4.1



Рисунок 6 Станок Knuth 4.1

Таблица 1.10 - Характеристика станка Knuth 4.1

Рабочая зона	
технологический ход, ось X	500 мм
технологический ход, ось Y	400 мм

Продолжение таблицы 1.10

технологический ход, ось Z	400 мм
размеры стола	800×400 мм
Т-образные пазы (число x ширина x расстояние)	6x14x63 мм
вертикальный стол	1060×250 мм
Т-образные пазы, вертик. стол (число x шир. x расст.)	3x14x63 мм
макс. допуст. нагрузка стола	200 кг
Подача	
ускоренный ход по оси X	1200 мм/мин
ускоренный ход по оси Y	1200 мм/мин
ускоренный ход по оси Z	1200 мм/мин
скорость подачи по оси X	10 – 380 мм/мин
скорость подачи по оси Y	10 – 380 мм/мин
скорость подачи по оси Z	10 – 380 мм/мин
Вертик. фрезерная головка	
частота вращения шпинделя (вертик.)	(18) 40 – 2000 об/мин
конус шпинделя (вертик.)	SK 40
ход пиноли	80 мм
вылет	540 мм
расстояние торец шпинделя/стол	50 – 450 мм
Гориз. фрезерная головка	
расстояние гориз. шпиндель/стол	50 – 450 мм
Мощность	
мощность двигателя гл. привода	3 кВт
мощность двигателя подачи	1,1 кВт
Размеры и масса	
габариты	1390x1430x1820 мм
масса	1400 кг

Для Сверлильной и резьба-нарезной операции будем использовать станки 2Н-135



Рисунок 7 Станок 2Н-135

Таблица 1.11 - Характеристика станка 2Н-135

Число оборотов	31.5...1400 об/мин
Эксплуатационный рабочий габарит между шпинделем и столом	30...750 мм
Максимальный сверлильный ход коробки подач	250 мм
Крутящий момент	400 Нм
Размеры рабочего стола	500x450 мм
Мощность приводного двигателя	4 кВт
Габарит	2535×835×1030 мм
Вес	1200 кг

1.9 Расчет режимов и мощности резания переходов

При расчёте режимов резания следует принимать во внимание тип и вид обработки, форму и размеры инструмента, материал его режущей части, используемый материал заготовки, тип и износ оборудования.

Торцевое точение

Материал режущего инструмента Т15К6

При торцевом точении используем формулу

$$v = \frac{C_v}{T_{msy}} K_v \quad (12)$$

Где:

T - средняя стойкость инструмента

S - подача

K_{mv} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала

K_{pv} – коэффициент учитывающий качество заготовки

K_{iv} – коэффициент учитывающий качество инструмента

K_{Ti} – коэффициент стойкости инструмента

K_{Tc} – коэффициент изменения периода стойкости

K_{φ} – коэффициент углов в плане

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{Ti} * K_{Tc} * K_{\varphi} = 0,765 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,7 = 0,482$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{pv} - 0,9$$

$$K_{iv} - 1$$

$$K_{Ti} - 1$$

$$K_{Tc} - 1$$

$$K_{\varphi} - 0,7$$

$$v = \frac{47}{45^{0,2} 0,2^{0,8}} * 0,482 = 38,39 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем количество оборотов станка по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad (13)$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{38390}{3.14 * 100} = 119,88 \approx 120 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

P_z

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 408 * 2^{0,72} * 0,2^{0,8} * 38,39^{-0,15} * 1 = 1072 \text{ Н}$$

Где:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{yp} * K_{\lambda p} * K_{rp} = 1.3 * 0.89 * 1 * 1 * 0.87 = 1$$

$$K_{mp} = \frac{980^{0.75}}{750} = 1.3$$

$$K_{\varphi p} = 0.89$$

$$K_{yp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0.87$$

Рассчитываем мощность резания по формуле:

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} \quad (14)$$

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1072 * 38,39}{61200} = 0,67 \text{ кВт}$$

Сверление

Материал режущего инструмента Р6М5

При сверлении для определения скорости резания используем формулу:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v$$

$$\text{Где: } K_v = K_{mv} K_{iv} K_{iv}$$

K_{mv} -коэффициент на материал

K_{iv} -коэффициент на инструментальный материал

K_{iv} -коэффициент на глубину сверления

(15)

$$K_v = 0,765 * 1 * 1 = 0,765$$

$$v = \frac{7 * D^{0.4}}{50^{0.2} 0.3^{0.5}} * 0,765 = \frac{7 * 36^{0.4}}{50^{0.2} 0.3^{0.5}} * 0,765 = \frac{7 * 4,19}{2,18 * 0,54} * 0,765 = 24,93 \text{ м/мин}$$

Определим количество оборотов

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 * 24,93}{3,14 * 36} = 220 \text{ об/мин}$$

Найдём крутящий момент по формуле

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 * 0,0345 * 36^2 * 0.3^{0.8} * 0.8 = 60,67 \text{ Н * м}$$

Найдём осевую силу

$$P_o = 10C_p D^q s^y K_p = 10 * 68 * 36^1 * 0.3^{0.7} * 0.8 = 5620,76 \text{ Н}$$

Найдём мощность резания при сверлении

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{60.67 * 220}{9750} = 1.34 \text{ кВт}$$

Наружное точение

Материал режущего инструмента Т15К6

При наружном продольном и поперечном точении и растачивании используют эмпирическую формулу.

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} s^{y_s}} K_v \quad (16)$$

Черновое наружное точение

$$v = \frac{340}{40^{0.2} * 2^{0.15} * 1^{0.45}} * 0,482 = \frac{340}{2,1 * 1,1 * 1} * 0,482 = 70,94 \text{ м/мин}$$

Где:

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{Ti} * K_{Tc} * K_{\varphi} = 0,765 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,7 = 0,482$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

$$K_{Ti} = 1$$

$$K_{Tc} = 1$$

$$K_{\varphi} = 0,7$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{70940}{3.14 * 72} = 313,8 \approx 320 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

P_z

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 300 * 2^1 * 1^{0.75} * 70,94^{-0.15} * 1 = 3166 \text{ Н}$$

Где:

$$K_p = K_{mp} * K_{\phi p} * K_{yp} * K_{\lambda p} * K_{rp} = 1.3 * 0.89 * 1 * 1 * 0.87 = 1$$

$$K_{mp} = \frac{980^{0.75}}{750} = 1.3$$

$$K_{\phi p} = 0.89$$

$$K_{yp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0.87$$

Составляющая P_z определяет нагрузку механизма коробки скоростей станка, крутящий момент и эффективную мощность резания N

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3166 * 70,94}{61200} = 3,67 \text{ кВт}$$

Мощность привода	escoTurn 650	kW	48**	/
(40/100% цикла нагрузки)		(AC)	41**	

$$N \leq N_{пр}$$

$$3,67 < 48$$

Как мы видим из технических характеристик оборудования мощности привода хватает с запасом.

Так же произведем расчёты для чистового точения

Так как при чистовом точении меняется подача и глубина резания то остальные составляющие оставим без изменения

Чистовое наружное точение

Режущий инструмент T15K6

$$v = \frac{340}{40^{0,2} * 0,3^{0,15} * 0,144^{0,45}} * 0,482 = \frac{340}{2,1 * 1,23 * 0,418} * 0,482$$

$$= 158,33 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{158330}{3.14 * 72} = 700 \text{ об/мин}$$

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3166 * 158,33}{61200} = 8,2 \text{ кВт}$$

Растачивание отверстия Ø40 мм

Материал режущего инструмента Т15К6

$$v = \frac{340}{40^{0,2} * 2^{0,15} * 0,15^{0,45}} * 0,482 = \frac{340}{2,1 * 1,1 * 0,425} * 0,482 = 167,2 \text{ м/мин}$$

Где:

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{Ti} * K_{Tc} * K_{\varphi} = 0,765 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,7 = 0,482$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{pv}^{-0,9}$$

$$K_{iv}^{-1}$$

$$K_{Ti}^{-1}$$

$$K_{Tc}^{-1}$$

$$K_{\varphi}^{-0,7}$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{167200}{3.14 * 40} = 1331 \approx 1350 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

$$P_z$$

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 300 * 2^1 * 0,15^{0,75} * 167,2^{-0,15} * 1 = 671 \text{ Н}$$

Где:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{yp} * K_{\lambda p} * K_{rp} = 1.3 * 0.89 * 1 * 1 * 0.87 = 1$$

$$K_{mp} = \frac{980^{0.75}}{750^{0.75}} = 1.3$$

$$K_{\varphi p} = 0.89$$

$$K_{yp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0.87$$

Рассчитывает мощность

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{671 * 167,2}{61200} = 1,83 \text{ кВт}$$

Нарезание резьбы

Материал режущего инструмента T15K6

Резьба метрическая M42x2-7H

$$v = \frac{C_v * i^x}{T_{msy}} K_v = \frac{244 * 7^{0.23}}{70^{0.2} 2^{0.3}} * 0.574 = 76 \text{ м/мин}$$

Где:

$$K_v = K_{mv} * K_v * K_{iv} = 0,765 * 0,75 * 1 = 0,574$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{cv} = 0,75$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{76000}{3.14 * 42} = 576 \approx 580 \text{ об/мин}$$

Рассчитываем силы резания

$$P_z = \frac{10C_p P_y}{i^n} K_p = \frac{10 * 148 * 2^{1,7}}{7^{0,71}} * 1,3 = 1570,62 \text{ Н}$$

Где:

i-количество проходов

P-шаг резьбы

$$K_p = \frac{980^{0.75}}{750} = 1.3$$

Рассчитывает мощность

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1570,62 * 76}{61200} = 1,95 \text{ кВт}$$

Растачивание отверстия чистовое Ø43 мм

Материал режущего инструмента Т30К4

$$v = \frac{340}{43^{0,2} * 2^{0,15} * 0,08^{0,45}} * 0,482 = \frac{340}{2,1 * 1,1 * 0,32} * 0,482 = 232,2 \text{ м/мин}$$

Где:

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{Ti} * K_{Tc} * K_{\varphi} = 0,765 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,7 = 0,482$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{pv} - 0,9$$

$$K_{iv} - 1$$

$$K_{Ti} - 1$$

$$K_{Tc} - 1$$

$$K_{\varphi} - 0,7$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{232200}{3.14 * 43} = 1717 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

$$P_z$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 300 * 2^1 * 0,15^{0.75} * 167,2^{-0.15} * 1 = 671 \text{ Н}$$

Где:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{yp} * K_{\lambda p} * K_{rp} = 1.3 * 0.89 * 1 * 1 * 0.87 = 1$$

$$K_{mp} = \frac{980^{0.75}}{750} = 1.3$$

$$K_{\varphi p} - 0.89$$

$$K_{yp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0.87$$

Рассчитывает мощность

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{671 * 167,2}{61200} = 1,83 \text{ кВт}$$

Отрезание

Материал режущего инструмента T15K10

Диаметр обрабатываемой поверхности Ø98мм

$$v = \frac{C_v}{T_{msy}} K_v = \frac{47}{45^{0,2} 0.2^{0,8}} * 0,482 = 38,39$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{Ti} * K_{Tc} * K_{\varphi} = 0,765 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,7 = 0,482$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{pv} = 0.9$$

$$K_{iv} = 1$$

$$K_{Ti} = 1$$

$$K_{Tc} = 1$$

$$K_{\varphi} = 0,7$$

Рассчитываем количество оборотов станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{38390}{3.14 * 100} = 119,88 \approx 120 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

$$P_z$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 408 * 2^{0,72} * 0,2^{0,8} * 38,39^{-0,15} * 1 = 1072 \text{ Н}$$

Где:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{yp} * K_{\lambda p} * K_{rp} = 1.3 * 0.89 * 1 * 1 * 0.87 = 1$$

$$K_{mp} = \frac{980^{0.75}}{750^{0.75}} = 1.3$$

$$K_{\varphi p} = 0.89$$

$$K_{yp} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0.87$$

Рассчитываем мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1072 * 38,39}{61200} = 0,67 \text{ кВт}$$

Фрезерование

Материал режущего инструмента Р6М5

Глубина обработки 14мм

При фрезеровании рассчитываем окружную скорость фрезы v -м/мин по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v \quad (17)$$

Где:

D - диаметр фрезы

S_z - подача на зуб фрезы

Z - количество зубьев

T - период стойкости инструмента

t – глубина фрезерования

B – ширина фрезерования

$$v = \frac{46,7 * 16^{0,2}}{80^{0,2} 14^{0,1} 0,04^{0,4} 7,5^{0,2} 60^0} 0,69 = \frac{578,05}{1,115} * 0,69 = 69,71 \text{ м/мин}$$

Где:

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv} = 0,765 * 0,9 * 1 = 0,69$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{nv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитываем количество оборотов фрезы

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{357710}{3.14 * 16} = 1387 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности станка необходимо рассчитать силу резания

$$P_z$$

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^{n_z}}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 14^{0,86} * 0,04^{0,72} * 7,5^1 * 6}{16^{0,86} * 1387^0} * 1.3 = 3503 \text{ Н}$$

Где:

$$K_{mp} = \frac{980^{0,75}}{750^{0,75}} = 1.3$$

Рассчитываем мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3503 * 69.71}{61200} = 3,99 \text{ кВт}$$

Рассчитаем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} \quad (18)$$

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{3503 * 16}{2 * 100} = 280.3 \text{ Н * м}$$

Сверление

Скорость резания при сверлении рассчитывается по формуле

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$$

Где:

D - диаметр сверла

S - подача

T - период стойкости инструмента

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv} = 0,765 * 0,9 * 1 = 0,765$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750^{n_v}}{\sigma_B} = 1 \frac{750^1}{980} = 0,765$$

$$K_{iv} - 1$$

$$K_{iv} - 1$$

$$v = \frac{7 * 6.5^{0.4}}{25^{0.2} 0.15^{0.7}} * 0.765 = \frac{14.8}{0.5} * 0.765 = 22.64 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем количество оборотов сверла

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{22640}{3.14 * 6,5} = 1109 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем осевую силу

$$P_0 = 10C_p D^q s^y K_p = 10 * 68 * 6.5^1 * 0.15^{0.7} * 0.765 = 896 \text{ Н}$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 * 0,0345 * 6.5^2 * 0.15^{0.8} * 0.765 = 2,45 \text{ Н * м}$$

Рассчитаем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} \quad (19)$$

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{2.45 * 1109}{9750} = 0.278 \text{ кВт}$$

Нарезание резьбы метчиком

Материал режущего инструмента Р6М5

Нарезать резьбу М8

Скорость резания при нарезании резьбы метчиком

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

Где:

D – диаметр метчика

T – период стойкости инструмента

s – подача

K_v – общий поправочный коэффициент

$$v = \frac{64,8 * 8^{1,2}}{90^{0,9} 1,25^{0,5}} 0,96 = \frac{785,75}{64,16} * 0,96 = 11,75 \text{ м/мин}$$

$$K_v = 0,8 * 1 * 1,2 = 0,96$$

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{iv} - 1$$

$$K_{tv} - 1,2$$

Рассчитываем количество оборотов метчика

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{11750}{3.14 * 8} = 468 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M D^q P^y K_p = 10 * 0,027 * 8^{1.4} * 1.25^{1.5} * 0.8 = 5,55 \text{ Н * м}$$

Рассчитаем мощность

$$N = \frac{M * n}{975} = \frac{5,55 * 468}{975} = 2,66 \text{ кВт}$$

Сведем данные по режимам резания в таблицу 1.12

Таблица 1.12 – Режимы резания

Операция	Скорость резания v - м/мин	Количество оборотов n - об/мин	Сила резания P_z - Н
Токарная 1	38,39	120	1072
Токарная 2	16,19	214	5620
Токарная 3	70,94	320	3166
Токарная 4	158,33	700	3166
Токарная 5	232,2	1717	671
Токарная 6	76	580	1570
Токарная 7	119,88	120	1072
Фрезерная	69,71	1387	3503
Сверление	22,64	1109	896
Нарезание резьбы	11,75	468	896

1.10 Расчет норм времени

В условиях среднесерийного производства расчет норм штучно-калькуляционного времени на операцию производится по формуле

При расчёте не учитывается время на измерение детали так как оно перекрывается машинным временем.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (20)$$

Где:

$T_{п.з.}$ – подготовительно – заключительное время

n – размер партии деталей ($n = 1000$ шт.)

$T_{шт}$ – штучное время $T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{отд}$

T_v – вспомогательное время

$T_{обсл}$ – время на обслуживание рабочего места

$T_{отд}$ – время на отдых сотрудника

$$T_o - \text{основное время операции } T_o = \frac{L}{s * n} * i ;$$

где: L – длина обработки

S – подача

n – частота вращения шпинделя

i – число проходов

Токарная ЧПУ

$T_{п.з.}$ – подготовительно – заключительное время – 17 мин

Вспомогательное время

$$T_b = 0,42$$

1. Подрезать торец

$$T_o = \frac{42}{0,2 * 120} = 1,75 \text{ мин}$$

2. Сверлить отверстие

$$T_o = \frac{68}{0,3 * 214} = 1,06 \text{ мин}$$

3. Точить поверхность

$$T_o = \frac{68}{1 * 320} * 2 = 0,4 \text{ мин}$$

4. Точить поверхность

$$T_o = \frac{14}{1 * 320} * 5 = 0,21 \text{ мин}$$

5. Точить поверхность начисто

$$T_o = \frac{14 + 13 + 56}{0,144 * 320} * 1 = 1,8 \text{ мин}$$

6. Точить канавку

$$T_o = \frac{12}{0,2 * 120} * 5 = 2,5 \text{ мин}$$

7. Точить канавку

$$T_o = \frac{34}{0,05 * 300} * 5 = 2,26 \text{ мин}$$

8. Расточить поверхность

$$T_o = \frac{68}{0,15 * 1350} * 6 = 2,01 \text{ мин}$$

9. Нарезать резьбу

$$T_o = \frac{35}{2 * 580} * 7 = 0,2 \text{ мин}$$

10. Отрезать заготовку

$$T_o = \frac{42}{0,2 * 120} * 1 = 1,75 \text{ мин}$$

Для ускорения подсчёта норм штучного времени, время на подготовку рабочего места и личные надобности рабочего берут в процентах от оперативного времени, то есть от суммы основного и вспомогательного времени на технологическую операцию ($T_o + T_v$). В данном случае упрощённая формула для расчёта нормы штучного времени будет иметь следующий вид:

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_v) * (1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}) \quad (21)$$

где α – время на техническое обслуживание рабочего места, выраженное в процентах от оперативного времени (находится в пределах 1,0...3,5 %);

β – время на организационное обслуживание рабочего места, выраженное в процентах от оперативного времени (в крупносерийном и массовом производстве, в зависимости от габаритных размеров и массы станков, лежит в пределах 0,8...2,5 %, а для шлифовальных станков – в пределах 3,5...7,0 %);

γ – время на отдых и естественные надобности рабочего, выраженное в процентах от оперативного времени (в серийном производства находится в пределах 4,0...6,0 %, а в массовом производстве – в пределах 5,0...8,0 %).

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_v) * \left(1 + \frac{6,5 + 5,5 + 5}{100}\right) = 9,6 * 1,6175 = 15,96 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

Вспомогательное время

$$T_v = 0,5 \text{ мин}$$

1. Фрезеровать лыски

$$T_o = \frac{72 + 72 + 57}{0,16 * 1387} * 1 = 0,9 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_v) * \left(1 + \frac{2 + 1,5 + 4,5}{100}\right) = 1,4 * 1,08 = 1,512 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

Вспомогательное время

$$T_v = 1,04 \text{ мин}$$

1. Сверлить отверстие

$$T_o = \frac{16}{0,15 * 1109} * 1 = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (T_o + T_v) * \left(1 + \frac{1 + 1 + 3,5}{100}\right) = 1,14 * 1,055 = 1,2 \text{ мин}$$

Резьбонарезная

Вспомогательное время

$$T_v = 1,04 \text{ мин}$$

1. Нарезать резьбу

$$T_o = \frac{38}{1,25 * 468} * 1 = 0,07 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (T_o + T_v) * \left(1 + \frac{1 + 1 + 3,5}{100}\right) = 1,11 * 1,055 = 1,17 \text{ мин}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-74.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.13

Таблица 1.13 – Техническое задание на проектирование

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «втулка» на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н-135
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «втулка».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «втулка» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийное Программа выпуска – 1000 штук в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку 2Н-135
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Целью данного раздела является задача разработать и создать работоспособную, экономически не затратную и отвечающую всем заданным требованиям конструкцию приспособления.

Прежде чем как разработать приспособление необходимо нужно определиться с системой базирования заготовки

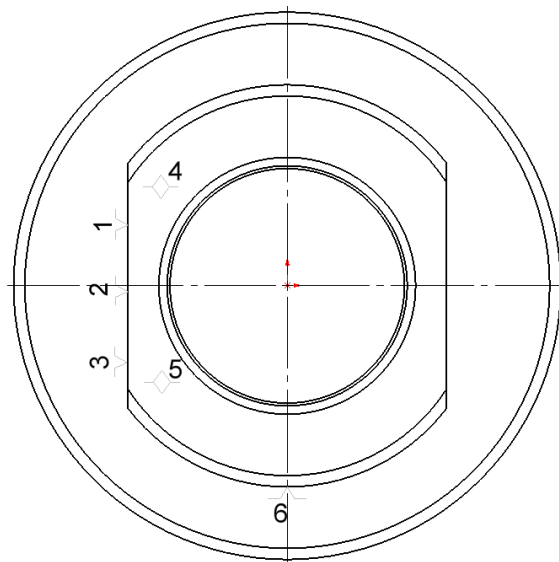


Рисунок 8 Схема базирования заготовки

2.3 Определение необходимой силы зажима

Деталь находится под воздействием крутящего момента и осевой силы.

Сила резания при сверлении

$$P_o = 896 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 2.45 \text{ Н*м}$$

Формулу для расчёта усилия зажима

Условие равновесия имеет вид:

$$P_0 = W_1 * K * f \quad (22)$$

Где K-коэффициент запаса прочности, для обеспечения надежного закрепления заготовка:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 2.7$$

Где: $K_0 = 1.5$ коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1$ коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2 = 1.2$ коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

$K_3 = 1$ коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$ коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима;

$K_5 = 1.5$ коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку;

$$W_1 = \frac{P_x}{k * f} \quad (23)$$

W_1 – Искомая сила зажима

P_x – составляющие силы резания

f – коэффициент трения $f=0.3$

$$W_1 = \frac{896}{2.7 * 0.3} \geq 1106 \text{ Н}$$

2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.

В качестве привода зажимного устройство в приспособлении был выбран пневмоцилиндр двухстороннего действия samozzi 97M2A050A0100.

Характеристика пневмоцилиндра приведен в таблице 1.14

Таблица 1.14 – Технические характеристики пневмоцилиндра

Режим действия	двусторонний
Диаметр цилиндра	50 мм
Ход поршня	100мм
Рабочая температура	0 ⁰ С...+80 ⁰ С
Материал штока, крышек и гильзы	Нержавеющая сталь AISI304
Максимально усилие зажима	1570 Н

Отсюда следует что пневмоцилиндр развивает необходимое усилие зажима

$$1570 \geq 1106$$

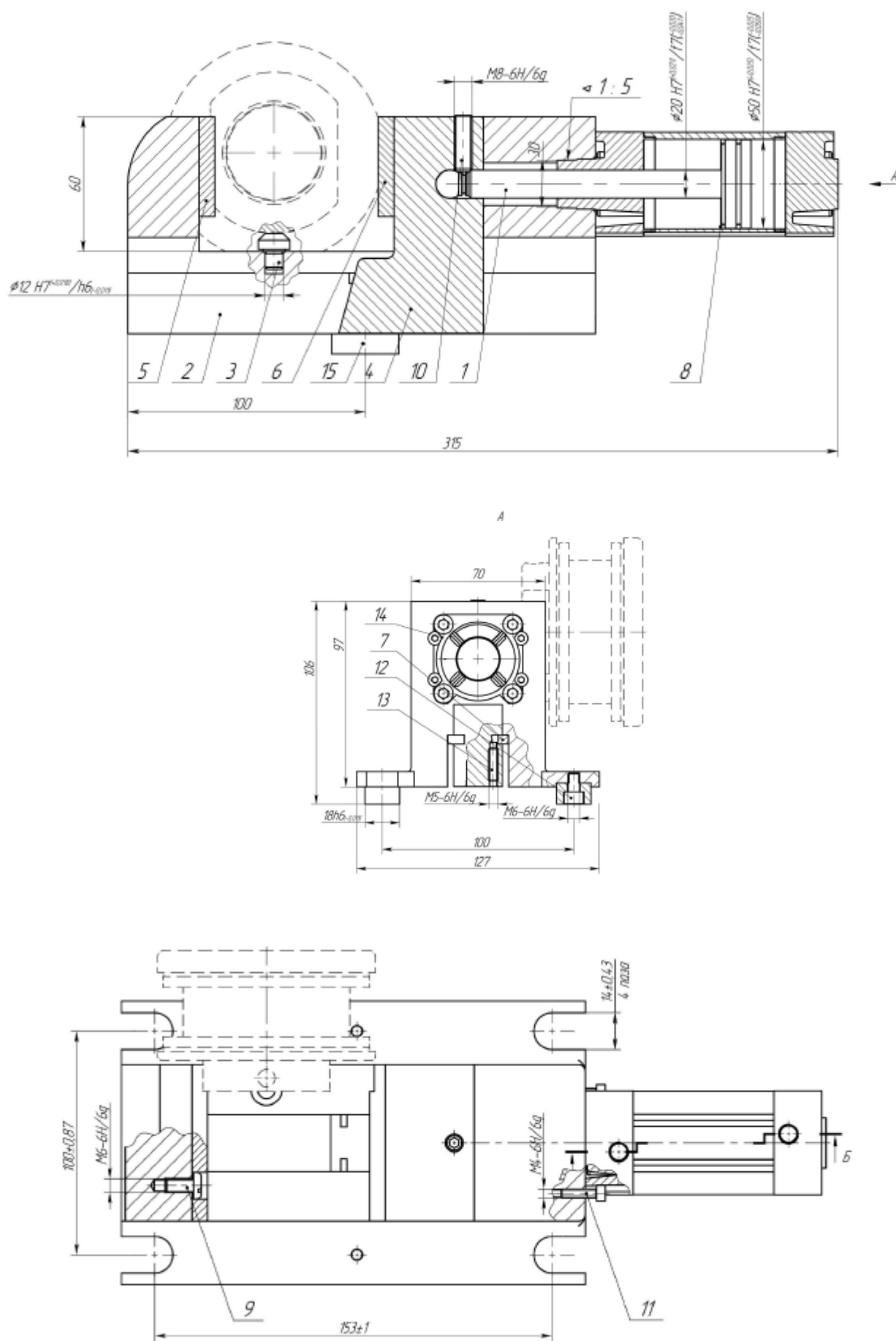


Рисунок 9 Приспособление для сверлильной операции

Приспособление базируется на столе станка с помощью винтов или прижимов. Деталь устанавливается в приспособление на опору 3 и упираясь торцом в неподвижную губку тисов 6 к закреплению болтами 10, пневмоцилиндр 14 зажимает деталь подвижной губкой 7, после чего сверлится отверстие. Принцип действия приспособления: давление подается в полость пневмоцилиндра, после чего поршень передвигается влево, закрепляет заготовку.

2.5 Расчёт приспособления на точность

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки, которая не должна превышать допуска выполняемого размера при обработке заготовки.

$$\sum \delta \leq a \quad (24)$$

$$a = \sqrt{\delta_d^2 + \delta_c^2 + \varepsilon^2 + 3\delta_{из}^2 + 3\delta_T^2} + \sum \delta_\phi \quad (25)$$

где :

δ_d – погрешность вследствие упругих отжатий технологической системы под влиянием сил резания (погрешность деформации);

δ_c – погрешность настройки станка в ненагруженном состоянии;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении;

$\delta_{из}$ – погрешность от размерного изнашивания инструмента;

δ_T – погрешность обработки, вызываемая тепловыми деформациями технологической системы;

$\sum \delta_\phi$ – суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности,

Погрешность установка ε :

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \delta_{п.з}^2} \quad (26)$$

где ε_6 – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

$\delta_{п.з}$ – погрешность положения заготовки, зависящая от приспособления для среднесерийного производства;

$$\delta_{п.з} = \varepsilon_{пр} + \sqrt{\varepsilon_{рп}^2 + 3\varepsilon_{и}^2} \quad (27)$$

Где:

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешностей изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления;

$\varepsilon_{рп}$ – погрешность расположения приспособления на станке;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность расположения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления;

Так как сложно найти значения ряда величин точность изготовления приспособления можно определить по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = a - k_T \sqrt{(k_{Т1} - \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{и}^2 + \varepsilon_{рп}^2 + \varepsilon_{п}^2 + (k_{Т2} - \omega)^2} \quad (28)$$

Где: $k_T = 1 \dots 1,2$ (в зависимости от количества слагаемых: чем их больше, тем ближе к единице следует принимать значение k_T);

$k_{Т1}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках:

$k_{Т1} = 0,8 \dots 0,85$;

$k_{Т2}$ – учитывает долю погрешности обработки в суммарной

погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления

$$k_{T2} = 0,6 \dots 0,8;$$

ω – экономическая точность обработки.

Определение расчётных факторов

Проведем расчет точности изготовления приспособления из условия обеспечения размера $6 \pm 0,1$ мм

$$\varepsilon_6 = 0 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 50 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{pp} = 0$$

$$\varepsilon_{\text{и}} = \beta * N = 0,003 * 1000 = 3 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_y = \frac{ms}{l} = \frac{57 + 0,1}{100} = 57 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{п}} = 0 \text{ мкм}$$

$$\omega = 70 \text{ мкм}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &= 0,2 - 1,2 \sqrt{(0,8 * 0)^2 + 0,05^2 + 0,03^2 + 0^2 + 0^2 + (0,7 * 0,07)^2} = \\ 0,2 - 1,2 \sqrt{0 + 0,0025 + 0,0009 + 0 + 0 + 0,0004 + 0,0024} &= 0,2 - \\ 0,133 &= 0,078 \text{ мм} \end{aligned}$$

Таким образом получаем что приспособление обеспечивает необходимую точность установки заготовки.

Таким образом получаем что приспособление обеспечивает необходимую точность установки заготовки.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Доценко Максим Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» изготовления детали «Втулка»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитана стоимость материальных затрат; Рассчитаны затраты на оплату труда; Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды; Рассчитаны накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	материальные затраты; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); накладные расходы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	К.т.н.		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Доценко Максим Сергеевич		16.03.2020

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения










Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования. Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

Для проверка поставленной цели заготовки необходимо решить материал следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей технического проектирования;
- проанализировать наиболее конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполнения выполненной работы;
- рассчитать смету технического проекта.

3.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Таблица 3.1

		Стоимость изготовления		
		Возраст оборудования	Количество оборудования	Квалификация персонала
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

 - Высокое соответствие

 - Средние соответствие

 - Низкое соответствие

3.3 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Разработка технического решения ОАО «НПЦ «Полюс», г.Томск:

Разработка технического решения конкурентных предприятий

ООО «Промышленная механика», г. Томск (К1)

ООО «Промышленная компания МИОН», г.Томск (К2):

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Таблица 3.2

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,25	4	5	2	1	1,25	0,5
2. Скорость изготовления	0,15	4	4	2	0,6	0,6	0,3

Продолжение таблицы 3.2

3. Универсальность	0,1	4	5	1	0,4	0,5	0,1
4. Взаимозаменяемость	0,08	3	5	4	0,26	0,4	0,3
5. Износостойкость	0,08	5	3	3	0,5	0,19	0,19
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,15	5	3	1	0,65	0,45	0,25
2. Окупаемость	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
3. Себестоимость	0,07	4	2	4	0,28	0,14	0,28
Итого	1	32	30	21	3,94	3,88	2,32

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * K_i \quad (29)$$

Где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка технического решения: $K = 32 * 3,94 = 126,06$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K_1 = 30 * 3,88 = 116,4$$

$$K_2 = 21 * 2,32 = 48,72$$

3.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение.

Таблица 3.3

Swot-матрица	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	<p>С1. Наличие финансирования.</p> <p>С2. Наличие компетентного руководителя</p> <p>С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса</p> <p>С4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами</p>	<p>Сл1. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл2. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл3. Необходимость повышения квалификации кадров</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование системы ТПУ</p> <p>В2. Рост стоимости конкурентных решений</p>	<p>В1С1С3</p> <p>Приобретение более нового оборудования, что позволит ускорить процесс изготовления изделий. Постоянно совершенствовать технологический процесс.</p> <p>В2С1С2С3С4</p> <p>Приобретение оборудования для увеличения объёма выпуска продукции. Распределите труда таким образом, что позволит нарастить объём продукции и соответственно увеличить прибыль.</p>	<p>В1В2Сл1Сл2</p> <p>Из-за ограниченного круга потребителей и узкой направленности возможно не полная загруженность оборудования. Необходимо расширять круг потребителей либо догружать оборудование другими изделиями.</p> <p>В2Сл3</p> <p>При увеличении роста стоимости по пытаться сдерживать рост стоимости что привлечет новых потребителей</p>

Продолжение таблицы 3.3

Угрозы:	У1С1С3	У1Сл1Сл2
У1. Появление усовершенствованных технологий	Следить за рынком развития оборудования изучать новое технологии обработки материалов, по возможности приобретать оборудование более качественное оборудование.	С появление новых технологий и развития рынка композитных материалов потребитель может уйти к более дешёвому изделию либо заменить саму систему где используется изделие на более совершенному.
У2. Принятие новых государственных требований и сертификаций.	Совершенствовать технологические процессы У2С1С2 При принятии новых требований, приобрести более новое, качественное и точное оборудование. Отправить рабочий персонал на получение допуска к новому оборудованию.	У1Сл3 При принятии новых государственных требований и спецификаций, когда повыситься требования к точности и качеству изделий, будет необходима проводить повышение квалификации сотрудников предприятия.

Интерактивная матрица проекта

Таблица 3.4

Сильные стороны					
Возможности		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	-
	В2	+	+	+	+

Таблица 3.5

Слабые стороны					
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	
	В1	+	+	-	
	В2	-	-	+	

Таблица 3.6

Сильные стороны					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	+	-
	У2	+	+	-	-
Сильные стороны					
Угрозы		C1	C2	C3	
	У1	+	+	-	
	У2	-	-	+	

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице:

№ 1 – Составление и утверждение технического задания – формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на проект, изучение первичной информации об объекте;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Разработка маршрута технологии изготовления детали – проектировать технологические операции и переходы, составить операционные эскизы;

№ 4 – Расчет допусков, припусков и технологических размеров – определение допусков и проверка обеспечение точности на технологические и конструкторские размеры;

№ 5 – Выбор средств технологического оснащение – подбор оптимального оборудование для технологических операций и расчет режимов резания;

№ 6 – Проектирование специального приспособление – разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка, выбор и расчет привода зажимного устройство;

№ 7 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо и энергоэффективности;

№ 8 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 9 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем в рамках ТП, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником.

№10 – Подготовка к защите ВКР – подготовка чертежей, согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

Таблица 3.7

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технологического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Подбор и изучение материалов	2	Обзор технической литературы	Дипломник
Проведение расчётов	3	Составление тех процесса	Дипломник
	4	Расчёт допусков, припусков и тех размеров	Руководитель дипломник
	5	Проведение расчётов припуска	Руководитель Дипломник
	6	Проектирование приспособления	
Оценка результатов	7	Оценка полученных результатов	Руководитель Дипломник
Оформление отчёта	8	Составление пояснительной записки	Дипломник
	9	Проверка ВКР	Руководитель Дипломник
Сдача ВКР	10	Подготовка к ВКР	Руководитель Дипломник

3.6 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (30)$$

Где: $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

В таблице 3.8 приведены ожидаемая трудоёмкость и время выполнения работ

Таблица 3.8

№	Название работы	Трудоёмкость работ, рабочие дни					
		t_{\min}		t_{\max}		$t_{\text{ож}}$	
		Минимально возможная трудоёмкость		Максимально возможная трудоёмкость		Ожидаемая трудоёмкость выполнения	
		Научный руководитель	Дипломник	Научный руководитель	Дипломник	Научный руководитель	Дипломник
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	3	-	5	-	4
3	Разработка маршрута технологии изготовления детали	-	6	-	10	-	8
4	Расчёт допусков припусков и технологических размеров	1	12	1	16	1	14

Продолжение таблицы 3.8

5	Выбор средств технологического оснащения	1	10	1	12	1	11
6	Проектирование специального приспособления	-	14	-	18	1	16
7	Оценка эффективности полученных результатов	1	6	1	8	1	7
8	Состояние пояснительной записки	-	14	-	16	-	15
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	1	-	1	3
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	2	9	2	12	2	10

3.7 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 3.9

№	Вид работ	Исполнители	Т _{рi} раб. дней	Продолжительность выполнения работ										
				Фев- раль	Март			Апрель			Май			Июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	<div></div>										
2	Подбор и изучение материалов	Дипломник	4	<div></div>										
3	Разработка маршрута изготовления детали	Дипломник	8	<div></div>										
4	Расчёт допусков, припусков и технических размеров	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	14	<div></div>										
5	Выбор средств технического оснащения	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	11	<div></div>										
6	Проектирование специального приспособления	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	16	<div></div>										
7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	7	<div></div>										
8	Составление пояснительной записки	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	15	<div></div>										
9	Проверка выпускной квалификационной работы	Руководитель	1	<div></div>										
		Дипломник	3	<div></div>										
10	Подготовка и сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	2	<div></div>										
		Дипломник	10	<div></div>										

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. Продолжительность выполнения технического проекта составит 104 календарных или 88 рабочих дней. Из них:

9 – рабочих дней у научного руководителя

88 – рабочих дней у инженера дипломника

3.8 Бюджет технологического процесса (ТП)

При планировании бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.8.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчёт материальных затрат осуществляется по формуле

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi} \quad (31)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

kT – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (kT), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 3.10

Таблица 3.10

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за ед. Руб.	Затраты на материал Руб.
Бумага	шт	100	3	300
Ручка	шт	1	50	50
Степлер	шт	1	134	134
USB накопитель	шт	1	380	380
Папка	шт	1	230	230

Продолжение таблицы 3.10

Распечатка		110	4	440
Итого				1534

3.8.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением ТП, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (32)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * Т_p \quad (33)$$

Где: $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m * M}{F_d} \quad (34)$$

Где: Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 3.11

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
-выходные дни	44	48
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный фонд годового рабочего времени	252	2276

3.8.3 Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p \quad (35)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{tc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 3.12

Исполнители	$Z_{тс}$	$k_{пр}$	k_d	K_p	Z_m	$Z_{дн}$	T_p	$Z_{осн}$
Руководитель	35120	0,3	0,2	1,3	68484	2826,3	9	25436,7
Дипломник	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2081,13	88	183139,44
Итого								208576,14

Рассчитаем месячный должностной оклад:

$$Z_{м-р} = 35120 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 35120 * 1,5 * 1,3 = 68484$$

$$Z_{м-д} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 26300 * 1,5 * 1,3 = 51285$$

Рассчитаем среднедневную заработную плату

$$Z_{дн-р} = \frac{Z_m * M}{F_d} = \frac{68484 * 10,4}{252} = 2826,3$$

$$Z_{дн-д} = \frac{Z_m * M}{F_d} = \frac{51285 * 11,2}{276} = 2081,13$$

Рассчитаем основную заработную плату

$$Z_{осн-р} = 2826,3 * 9 = 25436,7$$

$$Z_{осн-д} = 2081,13 * 88 = 183139,44$$

3.8.4 Расчет дополнительной заработной платы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} \quad (36)$$

Где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 3.13

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{осн}}$	$З_{\text{доп}}$	$З_{\text{п}}$
Руководитель	15%	25436,7	3815,5	29252,2
Дипломник	15%	183139,44	27470,91	210610,35

3.8.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (37)$$

Где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 3.14

Исполнитель	$k_{\text{внеб}}$	$З_{\text{осн}}$	$З_{\text{внеб}}$
Руководитель	30,2	25436,7	7681,88
Дипломник		183139,44	55308,11

3.8.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} * (\text{сумма статей 1 – 7}) \quad (38)$$

$$З_{\text{накл}} = 0,16 * 273100,13 = 48701,84$$

Где: $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.8.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно- технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице.

Расчет бюджета затрат

Таблица 3.15

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Руководитель	Дипломник	
Расчёт материальных затрат	-	1534	Пункт 3.4.1
Расчёт основной заработной платы	25436,7	183139,44	Пункт 3.4.3
Расчёт дополнительной заработной платы	3815,5	27470,91	Пункт 3.4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	7681,88	55308,11	Пункт 3.4.5
Накладные расходы	5909,45	42792,39	Пункт 3.4.8
Итого	42843,53	310244,85	Сумма статей
	353088,38		

3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

$$I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (39)$$

Где: $I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения технического проекта (в т.ч. аналоги).

$$I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}} = \frac{500000}{353088,38} = 1,78$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

Где:

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Оценку характеристик проекта проведем на основе следующих критериев:

1. – Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.

2. – Безопасность: обеспечение безопасности работ, как для технического персонала, так и для не технического;
3. – Универсальность применение универсального оборудование отечественного производства.
4. – Помехоустойчивость технического устройства, способность устройства выполнять свои функции при наличии помех
5. – Простота и удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам оборудования на предприятии.
6. Взаимозаменяемость - когда отдельные единицы, по сути, являются взаимозаменяемыми.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Таблица 3.16

	Объект исследования		
	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
Критерии			
Гибкость	0,25	5	5
Безопасность	0,20	4	3
Универсальность	0,05	3	3
Надёжность	0,15	4	3
Простота и удобство эксплуатации	0,25	5	4
Взаимозаменяемость	0,1	3	4
Итого	1	24	22

$$I_p = 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 = 4,35$$

$$I_6 = 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 3,85$$

Показатель ресурсоэффективности разработанного проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале) 4,35 по сравнению с базовым 3,85 что говорит об эффективности использования технологического процесса.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта таблица

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (40)$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{4,35}{3,85} = 1,13$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Доценко Максиму Сергеевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения – предприятия машиностроительной отрасли.</i>	<i>Объектом исследования является рабочее место оператора станка с ЧПУ – участок механического цеха. Участок состоит: металлообрабатывающие станки, места для комплектации оснастки, режущего и мерительного инструмента, места для работников.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. От 24.04.2020). ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. ГОСТ 22269-76.</i>
<i>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</i>	<i>1. Отклонение параметров микроклимата. 2. Превышение уровня шума 3. Отсутствие или недостаток естественного света 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</i>
<i>3. Экологическая безопасность:</i>	<i>Наличие отходов (металлическая стружка, лампы, СОЖ, абразивная пыль, лом инструмента). Разработаны меры для уменьшения производственных отходов.</i>
<i>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар. Меры по предотвращению ЧС.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Доценко Максим Сергеевич		16.03.2020

4.Раздел «Социальная ответственность»

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Отношения социально-трудового характера – это то, как связаны между собой индивидуумы и группы людей в трудовой сфере, их отношения друг с другом. Социально-трудовые отношения характеризуют аспекты этих связей с социально-экономической и психологической стороны. Правоотношения же отражают проекцию фактических отношений социально-трудового характера на институциональный, нормотворческий и законодательный уровни

Оплата труда

Правовое регулирование заработной платы осуществляется двумя методами: государственным (централизованным) и договорным. Государственный (централизованный) метод имеет узкую сферу действия, с его помощью устанавливается минимальный уровень правовых гарантий в области оплаты труда, в частности, минимальный размер оплаты труда, северные надбавки и районные коэффициенты, гарантийные и компенсационные выплаты, оплата труда при отклонении от нормальных условий труда, а также оплата труда для работников бюджетной сферы, порядок исчисления среднего заработка.

Договорный метод является в настоящее время ведущим методом, может быть двух видов: коллективно-договорный и индивидуально-договорный.

Коллективно-договорный метод выражается в нормативном регулировании заработной платы на уровне выше организации через отраслевые (межотраслевые) тарифные и др. соглашения, на уровне организации - во-первых, через коллективный договор (в него могут включаться вопросы, касающиеся формы, системы и размера оплаты труда, компенсаций, доплат, механизма индексации оплаты труда), во-вторых, через

локальные нормативные акты (Положение о премировании, Положение о выплате вознаграждения по итогам работы за год и др.).

Индивидуально-договорной метод выражается в установлении условий заработной платы в отношении конкретного работника и закреплении их в трудовом договоре с ним.

Принципы правовой организации оплаты труда и заработной платы:

- запрещается дискриминация в оплате труда;
- заработная плата выплачивается в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы;
- минимальный размер заработной платы работника не может быть ниже установленного федеральным законом размера прожиточного минимума трудоспособного человека;
- заработная плата подлежит индексации в связи с ростом потребительских цен на товары и услуги;
- системы оплаты труда, размеры тарифных ставок, окладов, премий, иных выплат организации (за исключением бюджетных) определяют самостоятельно и фиксируют их в коллективных договорах, локальных нормативных актах;
- заработная плата выплачивается систематически.

4.2 Производственная безопасность

Составим обобщающую таблицу «Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Втулка»» (таблица 1), которая необходима для целостного представления обо всех выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, связи их с запроектированными видами работ.

Таблица 4.1 Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	разра ботка	изгот овлен ие	Эксплу атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [5]
2. Превышение уровня шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [6]
3 Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [7]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	

Продолжение таблицы 4.1

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [8] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. [9]
6. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [10]

4.3. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

В таблице 4.1 выявили вредные и опасные факторы, которые возникают в процессе разработки и изготовления детали «Втулка». Для снижения воздействия этих факторов, а также исключения случаев травматизма нужно провести анализ и разработать мероприятия по защите персонала.

Обоснование мероприятий по снижению воздействия

1. Отклонение параметров микроклимата.

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используется: механизация и автоматизация технологических процессов; устройство систем вентиляции, системы местного кондиционирования воздуха и отопления; защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов; применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы.

2. Превышение уровня шума

Основными причинами возникновения шума и вибраций при изготовлении детали «Втулка» является работа Токарного станка DMG EcoTurn 650 и фрезерного станка Knuth 4.1; которые производят основной съем металла. К источникам шума относят: работу двигателя и других передаточных механизмов (подшипников качения, зубчатых передач), неуравновешенные вращающиеся части машины, взаимодействие режущего инструмента с обрабатываемой деталью, неисправность или износ механизмов. Действие шума приводит к утомлению рабочих и операторов, увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм, может привести к ухудшению слуха, глухоте, нарушается пищеварение, а также приводит к ослаблению памяти и внимания.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

3. Отсутствие или недостаток естественного света

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – определяет нормы освещенности для производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой

минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 2.

Таблица 4.2 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение		
			Освещенность, лк		КЕО* е , %				
			При системе комбинированного освещен	При системе общего освещения	При верхнем или комбинированном	При боковом	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
Средней точности	IV	*	500	200	4	1.5	2.4	0.9	

*К подразряду зрительной работы «б» относится периодическая работа при постоянном пребывании в помещении.

4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Основное оборудование на участке, используемое при изготовлении данной детали, работает от сети 380 вольт. Непосредственно причиной поражения током может стать: случайное прикосновение к токоведущим частям находящимся под напряжением; появление на корпусе оборудования напряжения в результате повреждения изоляции из-за многократных изгибов соединительного провода.

Основные меры защиты от поражения электрическим током: приведены в ГОСТ 12.1.019-2017. [11]

5. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования

Подвижными частями оборудования применяемого в процессе изготовления детали «Втулка» являются:

1. Подвижные столы и стойки станков;
2. Вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом
3. Ходовые винты;
4. Передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

4.4 Экологическая безопасность

При изготовлении детали «Втулка» происходит процесс механической обработки металла на станках. Сопровождается данный процесс образованием металлической стружки, пыли, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Также образуется промышленный мусор, загрязняющий литосферу. При промывке оборудования и его узлов может произойти загрязнение воды.

1. Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие экозащитные мероприятия:

1. экологизация технологических процессов;
2. очистка газовых выбросов от вредных примесей;
3. рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
4. соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
5. устройство санитарно–защитных зон, архитектурно–планировочные решения и др.

2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. ЧС военного времени:

– вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;

2. ЧС невоенного времени:

– техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

– природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

– биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

3. Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Инструктаж работников под роспись по пожарной безопасности

Проведение учений

2. Обеспечение средствами пожаротушения

3. Обозначение аварийных выходов

4. В зависимости от категории пожара в цехе имеется: ящик с песком-1шт.; огнетушитель углекислотный ОУ-3 3шт. и огнетушитель порошковый ОП-3 3шт. (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); внутренний пожарный кран; пожарная изоляция.

5. Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться;

Заключение

В результате выполнения ВКР был разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка». Выбрана заготовка для данной детали, осуществлен расчет межоперационных припусков и размерный анализ, разработан маршрут технологического процесса изготовления, подобрано оборудование, приспособление и режущий инструмент для обработки детали. Определены режимы резания путем аналитического расчета и нормы машинного времени.

Спроектировано специальное зажимное приспособление для сверлильной операции.

Так же установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Втулка» является конкурентноспособной на рынке и отличается показателями надежности, безопасности и удобна в эксплуатации, технология экономичная и энергоэффективная.

Были рассмотрены опасные и вредные факторы, которые сопровождают процесс изготовления и методы их устранения. Также было рассмотрено вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Панов, В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / В.В. Панов, В.В Аникин, Н.Г. Бойм. – 1988 : , . – 736 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. / Скворцов В.Ф. Томск издательство ТПУ, 2009.-91с.
3. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. 4-е издание / А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – Москва: 1986.- 654 с.
4. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. 4-е издание / А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – Москва: 1986.- 654 с.
5. Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./ В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский. - Москва: издательство АТП, 2015 г.- 543 с.
6. Марков В.В. Расчёт режимов резания курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения / Марков В.В., Сметанников А.В., Кискеев П.И., Лебедева Л.И., Ветчинников Д.А. – Орёл: Орёл-ГТУ, 2010.-112 с.
7. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Горбачевич А.Ф., Шкред В.А., – Москва: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
8. Данилевский В.В. Технология машиностроения / Данилевский В.В.. – Москва: Высшая Школа, 1977. – 479 с.
9. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие / Скворцов Ю.В. – Москва: Высшая школа, 2006.– 399 с.
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., Шаповалова Н.В., Тухватулина Л.Р.,

Криницына З.В. // Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

11. Экология для инженера / Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. // под ред. Проф. Панина В.Ф. – Томск: ТПУ, 2006. – 277 с.

12. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Жуков В.И., Горбунова Л.Н. // Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва: Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.

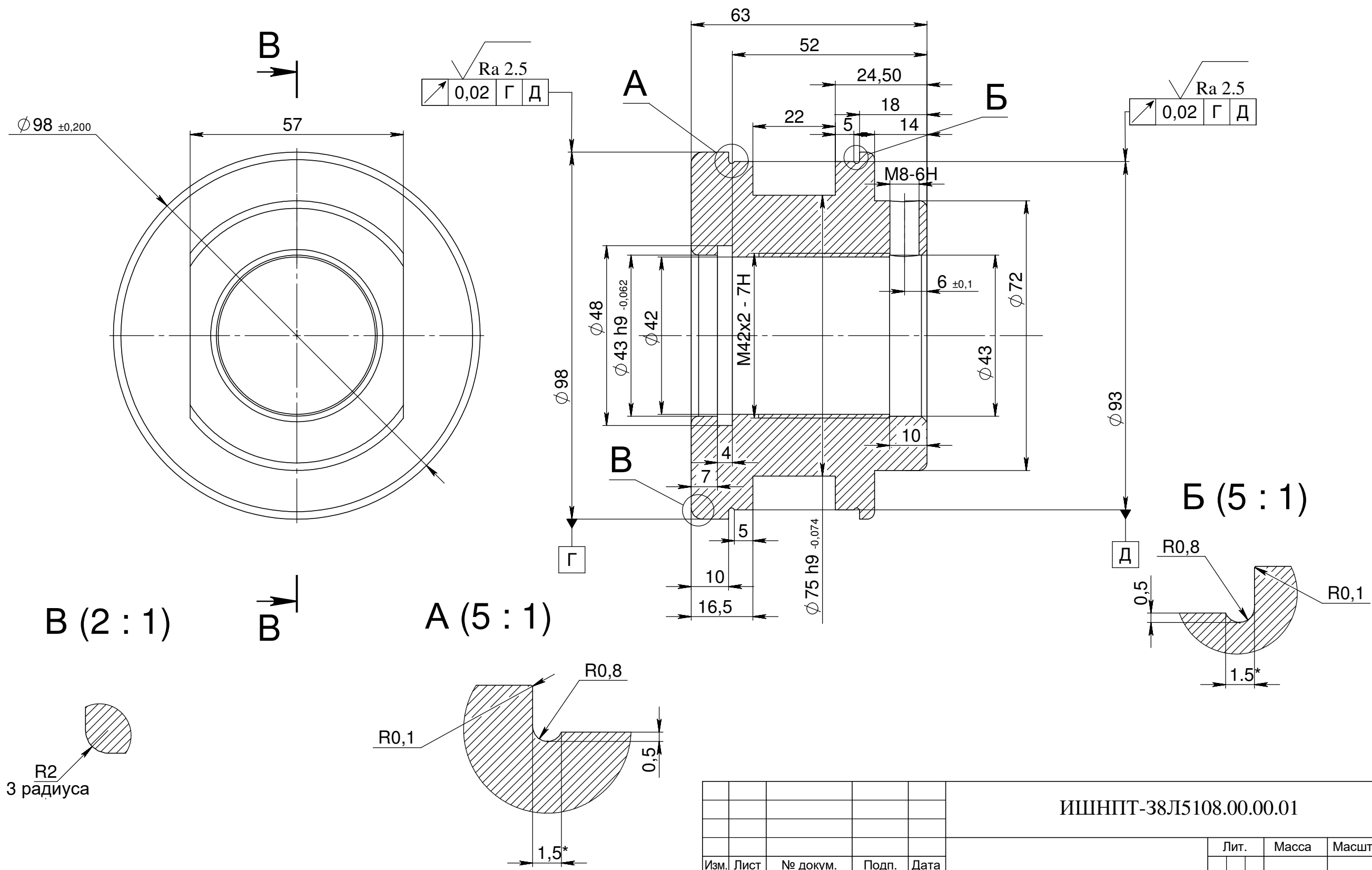
13. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие / Гаджиев Р.А., Долин П.А., Симочатов. Н.П., — Москва: Энергоатомиздат, 1988. — 400 с.

14. Защита человека от опасных излучений / Грачёв Н.Н., Мырова Л.О.. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с

15. Защита человека от электромагнитных воздействий / Авраамов Ю.С., Грачев Н.Н., Шляпин А.Д.. — Москва: МГИУ, 2002. — 232 с.

ИШНПТ-38Л5108.00.00.01

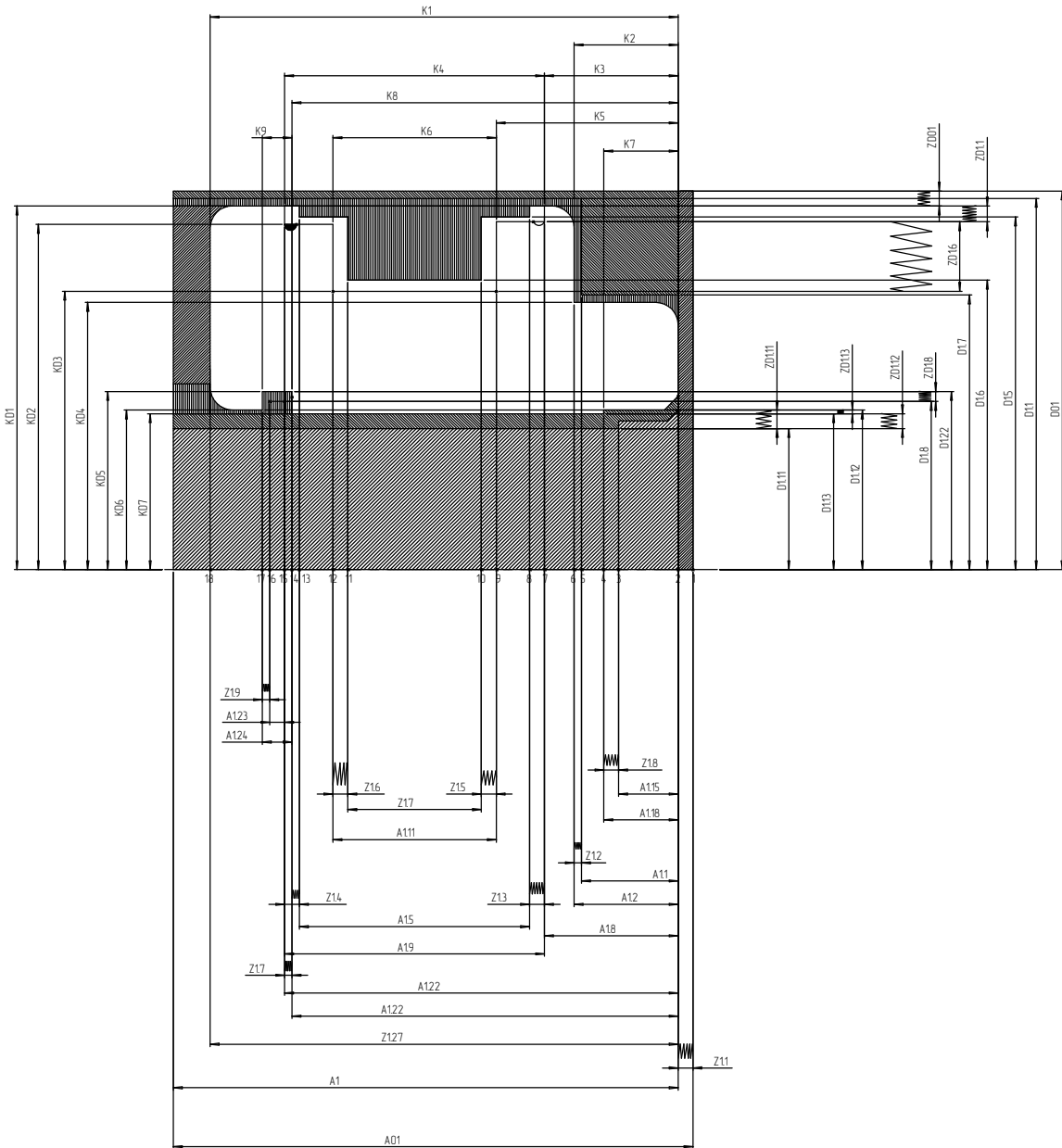
Ra 3.2 (✓)



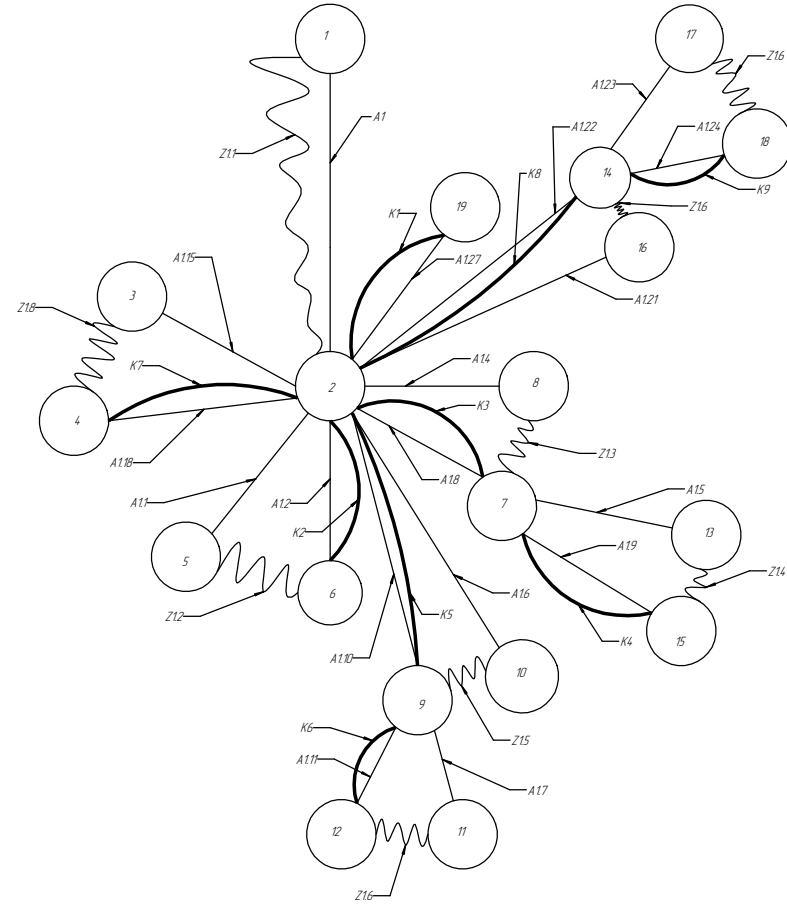
1. * Размеры для справок
2. Н14, h14, $\frac{IT14}{2}$

					ИШНПТ-38Л5108.00.00.01								
					Втулка				Лит.		Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								1.95	1:2
Разраб.	Доценко М.С.												
Пров.	Алфёрова Е.А.												
Т. контр.									Лист 1		Листов 1		
					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71								
Н. контр.													
Утв.													

Размерная схема

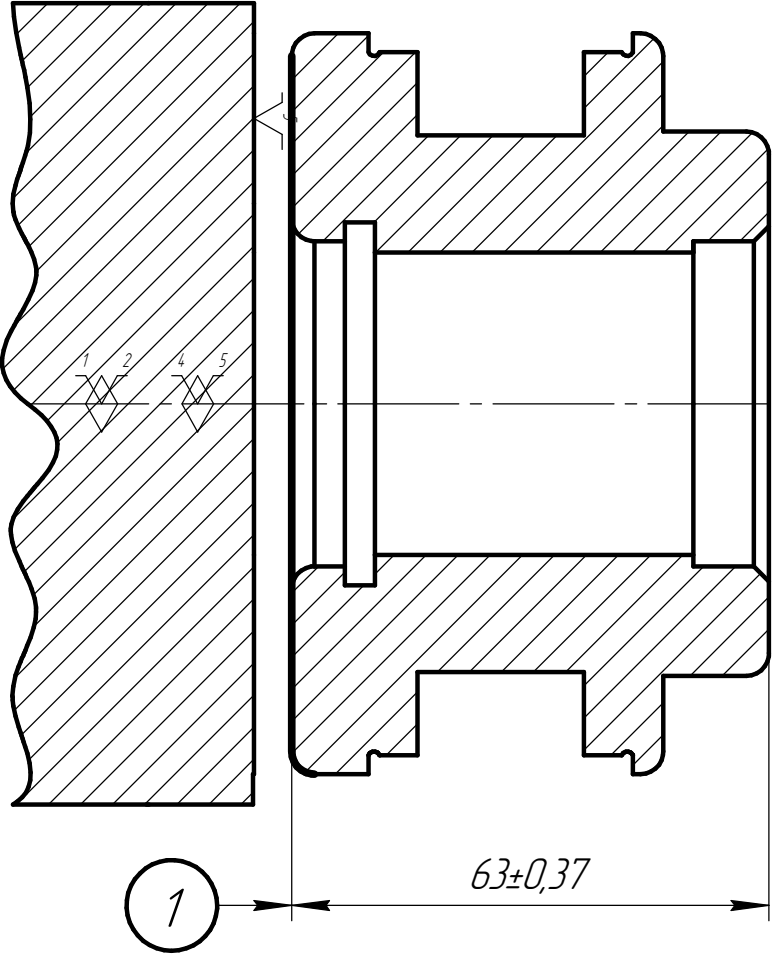
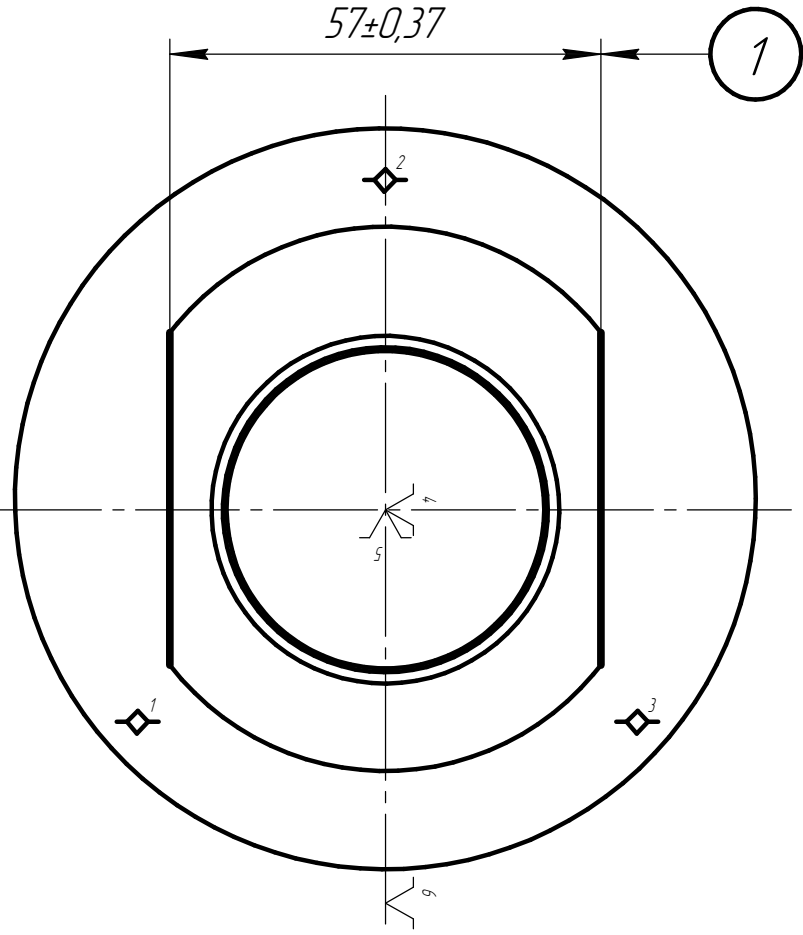
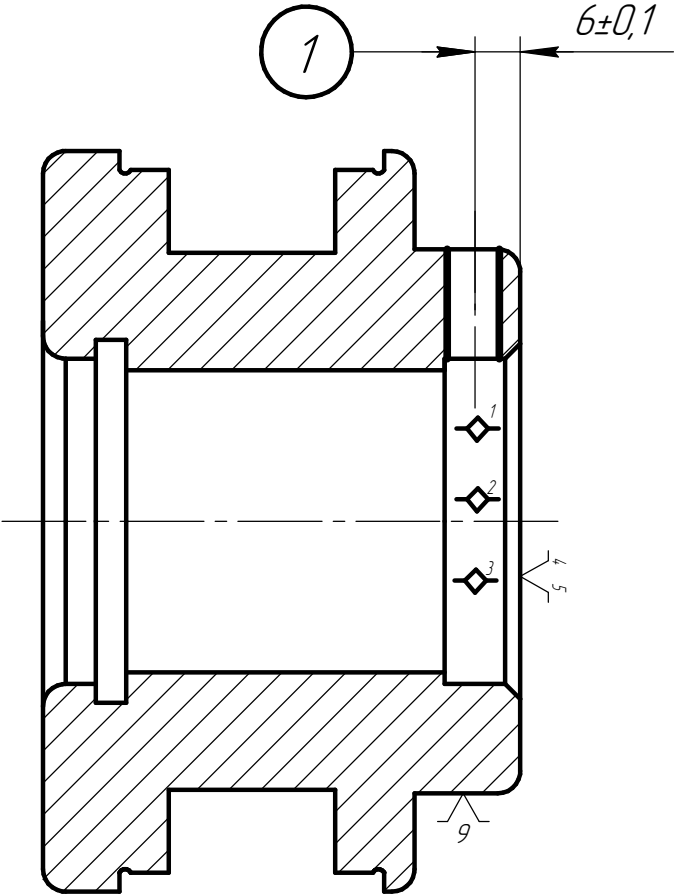
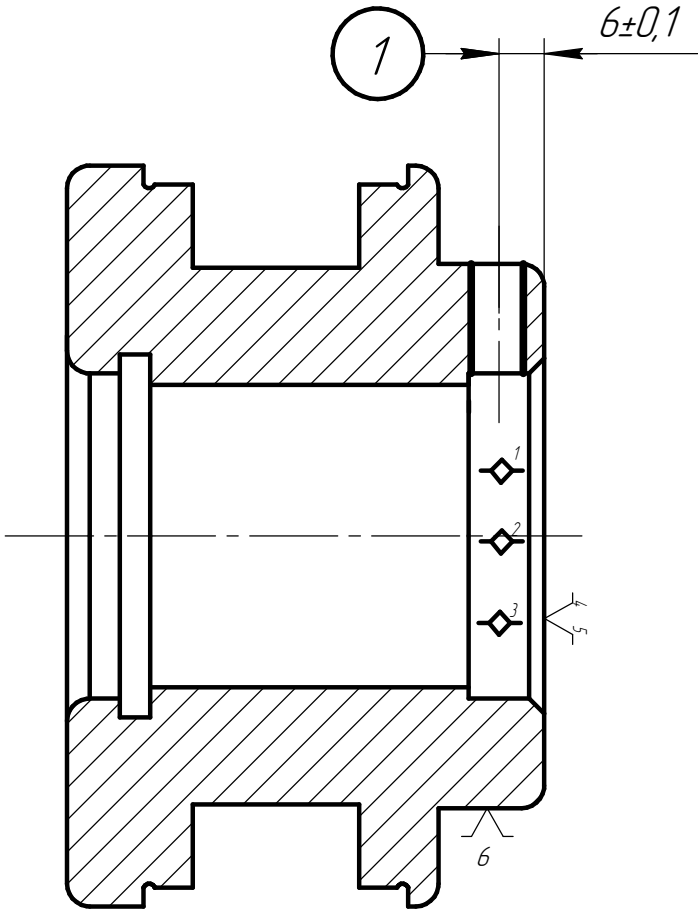


Граф технологических размерных цепей

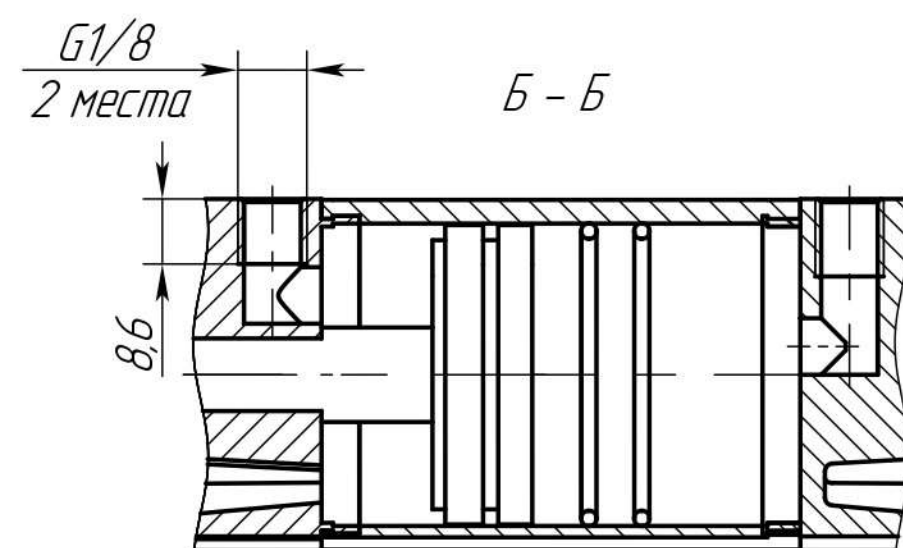
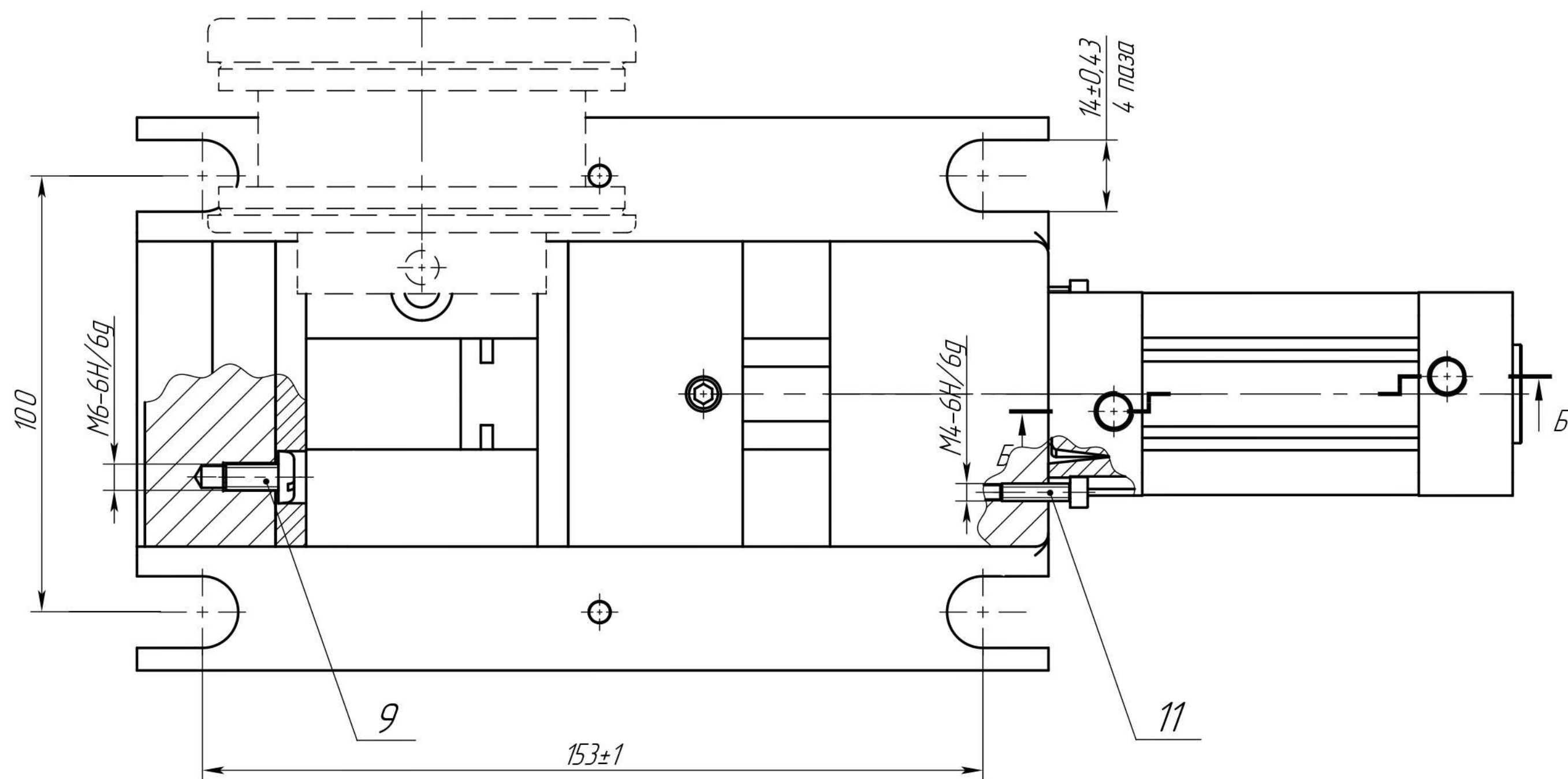
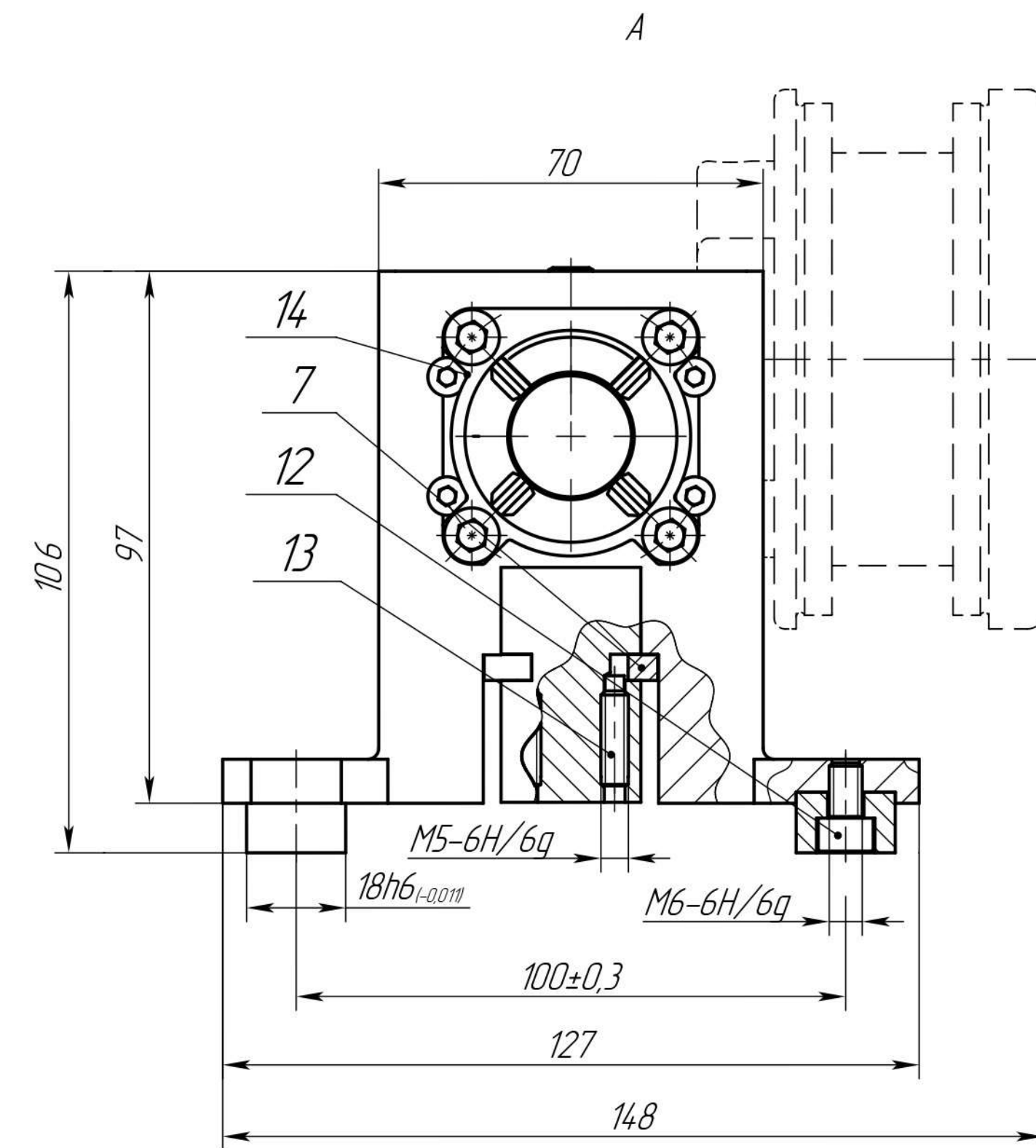
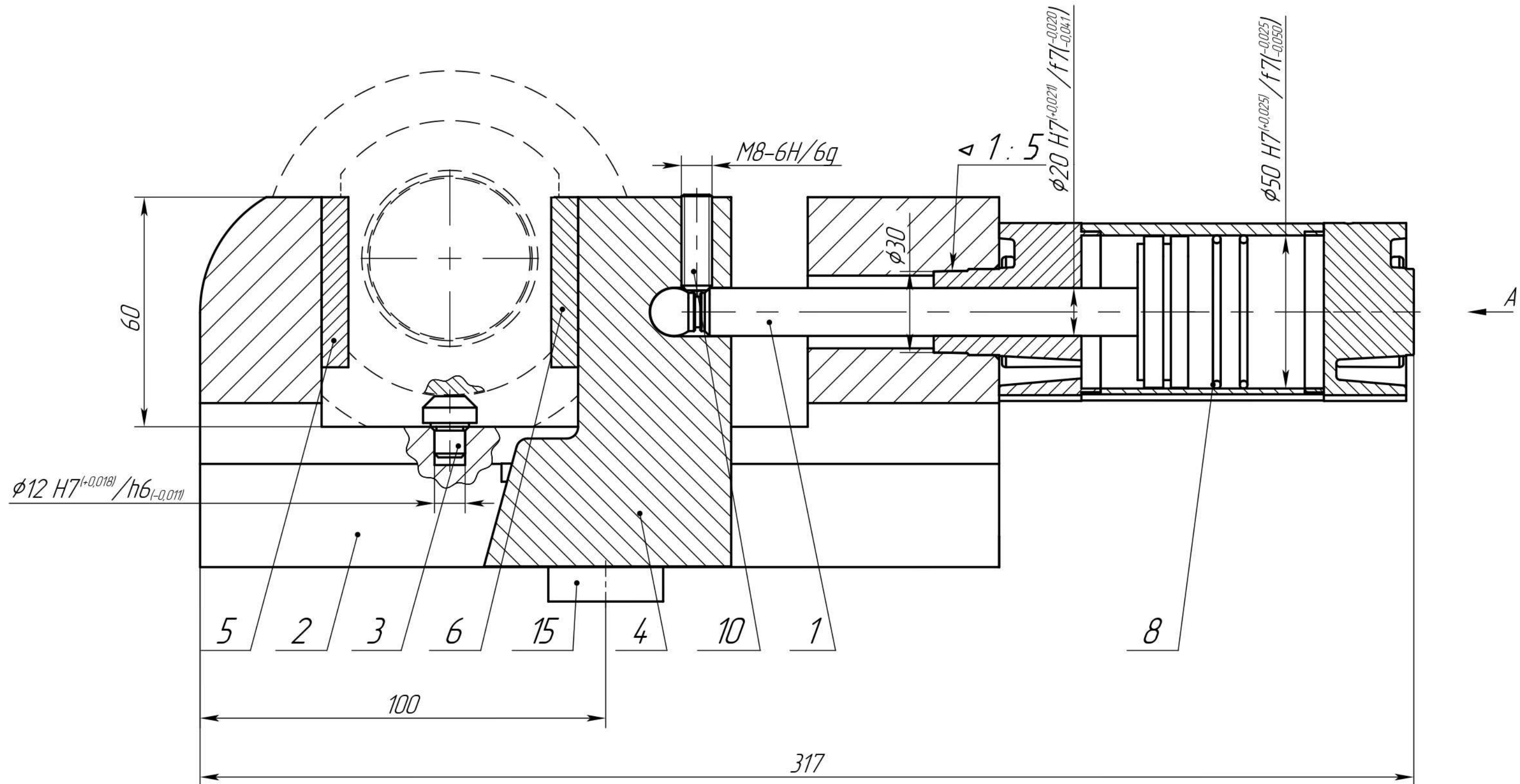


В рассматриваемом примере число поверхностей: 19-19,
Число технологических размеров: А - 18,
Число конструктивных размеров: К - 9,
Число припусков: Z - 9.
Следовательно, размерная схема построена правильно.

ИШНТП-38/15108.002				
Размерный анализ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Шарникова Н.С.			
Пров.	Майорова Е.А.			
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				
Лит.	Масштаб	Масштаб	1:1	
Лист 1		Листов 1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8	1	Отрезать деталь выдерживая размер 1				Разрез отрезной Т15К10 2130-0257BK6 ГОСТ 18884-73	Нутромер индикаторный ГОСТ 868 82 цена деления шкалы 0,01мм		1	102	28	5	0,2	24	120	39	1,75	0,42	0,06	2,17	2,23	3
9	1	Фрезерная Фрезеровать поверхность в размер 1		Вертикально-фрезерный станок КнИИ 4.1	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон	Фреза концевая Р6М5 2223-0318 ГОСТ 17026-71	Штангенциркуль Mitutoyo Absolute573-171-20 цена деления шкалы 0,01мм		1	72	64	14	0,06	69,71	1387	69,71	0,9	0,5	0,06	14	146	3
10	1	Вертикально-сверлильная Сверлить отверстие Ø6,5 под резьбу М8Н7 выдерживая размер 1		Вертикально-сверлильный станок 2Н-135	Тисы пневматические	Сверло спиральное Р6М5 2300-3411-11 ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль Mitutoyo Absolute573-171-20 цена деления шкалы 0,01мм		1	8	16	13	0,15	22,64	1109	318	0,1	1,04	0,1	1,2	1,3	2
11	1	Вертикально-сверлильная Нарезать резьбу М8-Н7 выдерживая размер 1		Вертикально-сверлильный станок 2Н-135	Тисы пневматические	Метчик Р6М5 2621-2535,2 ГОСТ 3266-81	Шаблон резьбовой по ГОСТ 519-77		1	8	16	15	1,25	11,75	468	585	0,07	1,04	0,1	1,17	1,27	2
		Слесарная Острые кромки притупить			Верстак слесарный	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80																

* Размер для справок



Технические характеристики:

1. Усилие зажима пневмоцилиндра 1570 Н
2. Рабочий ход поршня 100 мм
3. Рабочее давление 0,6 МПа
4. Диаметр пневмоцилиндра 50 мм
5. Рабочая среда: чистый воздух без масла

Технические требования:

1. * Размеры для справок.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: Н14, h14, ±IT14/2.
3. Подвижные части тисов должны перемещаться без рысков и заеданий.

ИШНТП8/15108.01.00.00 СБ				Тисы пневматические		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Лист	Лист	Лист	Лист	1049	1:1
Прод.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Т. контр.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Н. контр.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Утв.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1

		Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам.инв.№		Подп. и дата		Инв.№ подл.	
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание									
				<u>Документация</u>											
A1			ИШНТП.8/15108.01.00.00	Сборочный чертеж											
A4			ИШНТП.8/15108.01.00.00 ПЗ	Пояснительная записка											
				<u>Детали</u>											
A3	1		ИШНТП.8/15108.01.00.01	Шток	1										
A3	2		ИШНТП.8/15108.01.00.02	Корпус	1										
A3	3		ИШНТП.8/15108.01.00.03	Упор	1										
A3	4		ИШНТП.8/15108.01.00.04	Упор подвижный	1										
A3	5		ИШНТП.8/15108.01.00.05	Губка левая	1										
A3	6		ИШНТП.8/15108.01.00.06	Губка правая	1										
A3	7		ИШНТП.8/15108.01.00.07	Направляющая	2										
A3	8		ИШНТП.8/15108.01.00.08	Уплотнительное											
				кольцо	2										
				<u>Стандартные изделия</u>											
		9		Винт ISO 1580 M6x12	4										
		10		Винт ISO 4026 M8x25	1										
		11		Винт ISO 4762 M4x16	4										
		12		Винт ISO 4762 M6x10	2										
		13		Винт стопорный ISO											
				7435 M5x20	2										
		14		Пневмоцилиндр	1										
		15		Шпонка 7031-0607											
				ГОСТ 14737-69	2										
						ИШНТП.8/15108.01.00.00									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата											
Разраб.			Доценко М.С.			Тисы пневматические					Лит.	Лист	Листов		
Пров.			Алфёрова Е.А.										1		
Н.контр.											ТПУ группа 3-8/151				
Утв.															